

УДК 681.3
ББК 32.973
С 26

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент кафедры экономической информатики
Новосибирского государственного технического университета

С.Г. Сваровский

Руководитель НУПЦ ИГИМ, доцент кафедры инженерной геодезии
Сибирской государственной геодезической академии

Л.В. Жежко

Деева Н.В.

С 26 АРХИТЕКТУРА ЭВМ И СИСТЕМ: Учеб. пособие. – Новосибирск, СГГА, 2006.

ISBN 5 – 87693 – 0094 – 6

Учебное пособие написано доцентом кафедры вычислительной математики СГГА Деевой Н.В. и предназначено для изучения курса «Архитектура ЭВМ и систем» в объёме Госстандарта студентами специальности «Информационные системы». Второе издание пособия исправлено и дополнено. В пособии рассмотрены вопросы: принцип работы и конструкция материнских плат, процессоров, памяти, шин, НЖМД, НГМД, мониторов, принтеров и т.п. Освещены вопросы, касающиеся установки новых периферийных устройств. По стандарту Министерства образования РФ для данной специальности даётся только понятие о сетях, их назначении, а также кратко освещается их организация. После каждой главы есть список контрольных вопросов, которые помогут проверить изученный материал. В пособии содержится список основной и дополнительной литературы, который поможет самостоятельно разобраться с интересующими студента вопросами из данного курса.

УДК 681.3
ББК 32.973

ISBN 5 – 87693 – 0094 – 6

© Сибирская государственная
геодезическая академия, 2006
© Деева Н.В., 2006

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время издано много книг и всевозможных пособий по архитектуре вычислительных машин и систем. В них, как правило, приведена архитектура каких-то отдельных устройств или дано их техническое описание, а работа сетей рассматривается крайне редко. В настоящем пособии описана архитектура РС и систем для современных вычислительных машин в объёме стандарта Министерства образования РФ.

Данное учебное пособие ориентировано на студента, который является пользователем РС. Ставится задача ознакомить его с проблемами различного типа архитектур РС и сетевых информационно-вычислительных систем (ИВС).

В пособии приняты сокращения:

РС, ЭВМ – электронно-вычислительная машина,

ВС – вычислительная система,

ММВС – многомашинные вычислительные системы,

МПВС – многопроцессорные вычислительные системы,

АЛУ, АЛУ – арифметическо-логическое устройство,

ЭВС – электронно-вычислительные системы,

ЦВМ – цифровая вычислительная машина,

ЦВС – цифровая вычислительная система,

БИС – большая интегральная схема,

СБИС – суперБИС,

ПЭВМ – персональная ЭВМ,

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство,

ВЗУ – внешнее запоминающее устройство,

HDD, НЖМД – накопитель на жёстком магнитном диске,

FDD, НГМД – накопитель на гибком магнитном диске,

СРУ, ЦП – центральный процессор,

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство,

ОП – оперативная память,

УУ – устройство управления,

ДП – динамическая память.

В широком смысле архитектурой цифровой вычислительной машины называют совокупность её свойств и характеристик, рассматриваемую с точки зрения пользователя машины.

При описании архитектуры приводятся блок-схемы, иллюстрирующие структуру тех или иных узлов компьютера или ВС.

В I главе пособия дана классификация ЭВМ и функциональные характеристики РС.

Во II главе изложена теория по конструкции персонального компьютера.

Глава III посвящена процессору, а глава IV – организации памяти ЭВМ. В V главе приведена конструкция АЛУ и организация прерываний в ЭВМ.

Глава VI посвящена устройствам внешней памяти, а в главе VII описаны устройства, позволяющие осуществлять ввод/вывод данных. Периферийные устройства описаны в главе VIII.

Глава IX посвящена многопроцессорным и многомашинным вычислительным сетям и оборудованию, организующему их работу.

В пособии приведён список основной и дополнительной литературы, позволяющий расширить знания по интересующим темам.

В основу пособия положен цикл лекций, которые читаются студентам второго курса специальности «Информационные системы» автором данного пособия.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРЕ

ТЕРМИНОЛОГИЯ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ РС

Для рассмотрения конструкции ПЭВМ необходимо знать некоторую терминологию. Приведена в [2].

1. Системная плата (System Board) или материнская плата (Mother Board) – это основная печатная плата компьютера, на которой размещают все главные компоненты компьютера, которые, в свою очередь, могут быть платами (когда их подсоединяют через разъём) или микросхемами – это системные компоненты компьютера.

2. Платой расширения (Expansions Card) называют печатную плату с краевым разъёмом, устанавливаемую в слот расширения. Если она используется для подключения дополнительного устройства, то её называют интерфейсной картой, или адаптером (Interface Card, Adapter).

3. Слот (Slot) представляет собой щелевой разъём, в который устанавливается какая-либо печатная плата. Слот расширения в РС представляет собой разъём системной шины с прорезью в задней стенке корпуса. Есть ещё внутренние слоты на материнской плате для установки модулей оперативной памяти, кэш-памяти, процессоров, а также процессорных модулей и модулей памяти в некоторых моделях РС.

4. Сокет (Socket) представляет собой гнездо, в которое устанавливают микросхемы со штырьковыми выводами. ZIP-Socket имеет замок, открыв который, можно установить или изъять микросхему.

5. Джампер (Jumper) представляет собой съёмную перемычку, устанавливаемую на выступающие из печатной платы штырьковые контакты. Они используются как выключатели или переключатели, для которых не требуется оперативного управления.

6. DIP-переключатели представляют собой малогабаритные выключатели в корпусе DIP, применяемые для тех же целей, что и джампер.

7. Чип (Chip) – это полупроводниковая микросхема, причём неявно подразумевается её функциональная сложность.

8. Чипсет (Chipset) – это набор интегральных схем, при подключении которых друг к другу формируется функциональный блок вычислительной

системы. Их применяют в системных платах, графических контроллерах и других сложных узлах, функции которых в одну микросхему заложить не удастся.

КЛАССИФИКАЦИЯ РС

РС – это комплекс технических средств, предназначенный для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных задач.

По принципу действия РС бывают аналоговые, цифровые и гибридные.

В аналоговых системах переменные представлены физическими непрерывными величинами – чаще всего величиной электрического напряжения.

Аналоговые компьютеры бывают с прямой и с операторной аналогией.

Под цифровой ЭВС будем понимать сложное устройство, воспринимающее различные виды информации в форме данных, представленных в цифровой форме, хранящее эти данные и пересылающее их внутри системы по линиям связи, перерабатывающее их с большим быстродействием (скоростью) и выдающее результаты этих действий как информацию. ЦВС оперируют с величинами, представленными в цифровой форме, т.е. с числами.

Если ВС объединяет в себе как цифровые, так и аналоговые устройства, то она называется гибридной, но мы ниже будем рассматривать только архитектуру ЦВМ или ЦВС.

По этапам создания и используемой элементной базе РС условно делят на поколения:

I – 50-е годы XX века – на электронных лампах;

II – 60-е годы XX века – на транзисторах;

III – 70-е годы XX века – на ИС с сотнями и тысячами транзисторов в одном кристалле;

IV – 80-е годы XX века – на БИС с десятками тысяч транзисторов и СБИС с миллионами транзисторов в одном кристалле;

V – 90-е годы XX века – с десятками параллельно работающих микропроцессоров;

VI – конец 90-х годов XX века – многопроцессорные ЭВМ с предсказанием ветвлений, переименованием регистров, изменением порядка инструкций, поддержкой MMX (multimedia extension – расширения для мультимедиа);

VII – начало XXI века – оптоволоконные.

По основным параметрам современные ЭВМ подразделяются на классы: суперЭВМ, большие ЭВМ, миниЭВМ и микроЭВМ. На базе микроЭВМ в 1971 году появились персональные ЭВМ (ПЭВМ).

Помимо фирмы Intel процессоры выпускают фирмы AMD, Cyrix и Texas Instruments Inc и др.

Основными параметрами РС являются производительность (миллион операций в секунду), ёмкость ОЗУ (Мбайт), ёмкость ВЗУ (Гбайт) и разрядность (бит).

Существует несколько поколений (или классов) персональных компьютеров, совместимых с IBM PC со следующими характерными особенностями:

1. IBM PC – первые модели имели процессор Intel 8086/88, адресуемую память 1 Мбайт, шину расширения ISA (8 бит), накопители на гибких дисках НГМД до 360 Кбайт.

2. IBM PC/XT (XT означает «расширенная технология») – появились винчестеры и возможность установки математического сопроцессора Intel 8087.

3. IBM PC/AT (AT означает «продвинутая технология») – процессор Intel 80286/80287, адресуемая память 16 Мбайт, шина ISA 16 бит, НГМД 1,2 или 1,44 Мбайт, НЖМД.

4. Сейчас появился новый класс ATX. Процессоры в нём уже 64-разрядные, адресуемая в пространстве память – до 32 Гбайт, применяются более эффективные шины расширения: EISA, AGP, PCI, SCSI, USB. Расширяется состав устройств, имеющих системную поддержку на уровне BIOS.

5. Мультипроцессорные системы: содержат на материнской плате несколько процессоров. Используются в сетевых ЭВМ.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ PC

Персональный компьютер выбирают в [8] по следующим основным характеристикам.

1. Быстродействие, производительность, тактовая частота. Единицами измерения быстродействия являются:

а) MIPS – Mega Instruction Per Second – миллион операций в секунду с фиксированной точкой;

б) MFLOPS – Mega Floating Operations Per Second – миллион операций в секунду над числами с плавающей точкой;

в) GFLOPS – Giga Floating Operations Per Second – миллиард операций в секунду над числами с плавающей точкой;

г) KOPS – Kilo Operations Per Second – тысяча неких усреднённых операций в секунду над числами;

д) iCOMP™ Index – Intel Comparative Microprocessor Performance – в этом случае используется смесь 16- и 32-битных операций четырёх категорий: целочисленных, с плавающей точкой, скорость обработки графики и видео (за базовый для отсчёта был взят процессор Intel 486 SX-25, т.к. у него iCOMP Index равен 100);

е) iCOMP™ Index 2.0 отличается своим набором показателей и весовыми коэффициентами (базовым для отсчёта был взят Pentium 120 МГц, т. к. в нём уже используются 32-битные операции и мультимедийный текст).

Остальные фирмы используют понятие P-Rating - они сравнивают свои процессоры с производительностью процессора Pentium соответствующей частоты.

2. Ёмкость и тип оперативной и кэш-памяти, жёсткого диска и количество дисководов для НГМД.

3. Тип процессора, системного и локального интерфейса.
4. Разрядность машины и кодовых шин интерфейса.
5. Тип видеомонитора, видеоадаптера и других внешних устройств.
6. Аппаратная и программная совместимость с другими РС.
7. Имеющееся программное обеспечение и возможность работать в многозадачном режиме и сетях РС.
8. Надёжность, стоимость, габариты и масса.

Среди РС выбирают ту, которая больше подходит под нужные параметры. Иногда менее важно быстродействие, а более важен объём оперативной памяти или даже внешней памяти.

Использование РС описано в [8].

ОБЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Конструктивные решения, заложенные в первую модель IBM РС образца 1981 года, без каких-либо сильных изменений дошли и до наших дней.

В классическом варианте исполнения РС состоит из системного блока, к которому подключаются видеомонитор с клавиатурой и все периферийные устройства.

В системном блоке расположена системная или материнская плата с установленными на ней центральными компонентами компьютера – процессором, оперативной памятью, вспомогательными схемами и щелевыми разъёмами – слотами, в которые можно устанавливать платы расширения.

В корпусе любого системного блока имеются отсеки для установки НЖМД и НГМД 3-дюймового и 5-дюймового форматов и блок питания. На задней стенке корпуса есть отверстия для разъёмов клавиатуры и некоторые другие, а также щелевые прорези, через которые из корпуса выходят внешние разъёмы, установленные на платах расширения. Платы (карты) расширения имеют краевой печатный разъём, которым они соединяются со слотами шины ввода/вывода, а металлическая скоба используется для закрепления платы на корпусе. На этой же скобе могут быть установлены дополнительные внешние разъёмы.

Габаритные и присоединительные размеры плат, способы их крепления и шины ввода/вывода унифицированы, что позволяет конструировать РС по своему усмотрению.

Рассмотрим по очереди все компоненты, входящие в системный блок, а затем и в сам компьютер.

1.5. ТИПЫ КОРПУСОВ РС

Описание составных частей РС начинаем с корпуса (Case) в [2]. Это не только «упаковочный ящик», но и функциональный элемент, защищающий компоненты РС от внешнего воздействия и являющийся основой для последующего расширения системы. Часть комплектующих его элементов можно заменять или добавлять, чтобы улучшить работу, быстродействие и увеличить память РС. Блок питания также расположен в корпусе, и в нём же есть

кабели, позволяющие соединять добавляемые модули и соединять материнскую плату со всеми его элементами.

Корпус типа Slimline относится к числу компактных корпусов. В этот корпус устанавливается материнская плата только определённого размера (см. табл. 1) – это первый недостаток.

Таблица 1

Размеры материнских плат

Типы материнской платы	Размеры, см
Fullsize (полный размер)	35,6*30,5
Halfsize (половинный размер)	24,4*21,8
Baby-AT (детский размер)	33,0*22,5
Mini-LP (мини – размер)	26,4*20,1
LPX	33,0*22,9
NLX	34,5*22,9
Mini- NLX	25,4*20,3

Другой недостаток этого корпуса – в нём использовано всё внутреннее пространство, а потому при замене какого-либо блока приходится разбирать практически весь системный блок РС. Третий недостаток – малая мощность вентилятора, которого не хватает для нормальной работы РС.

Размеры корпуса Slimline: высота 7 см, ширина 35 см и длина 45 см. Внутри можно разместить только один 3,5" дисковод, один 5,25" дисковод и один винчестер, но можно подсоединить ещё один внешний 5,25" дисковод. Для этого корпуса на платах не предусмотрено слотов расширения, потому для подключения видеоадаптера, контроллеров, звуковой карты и т.п. используется специальная карта расширения системной шины, называемая картой адаптера, с помощью которой можно установить от 3 до 5 дополнительных карт расширения. Блок питания мощностью не более 150 Вт. Для снятия крышки откручивают только 2 винта по бокам корпуса, иначе можно нарушить работу компьютера.

Корпус типа Desktop (письменный стол) был наиболее распространён до середины 90-х годов. Его самый существенный недостаток – занимает на столе много места. Его размеры: ширина и длина ≈ 45 см, высота ≈ 20 см. Имеет блок питания мощностью 150 – 250 Вт. Он оснащён тремя сменными блоками высотой 5,25" для расширения возможностей РС (для установки привода CD-ROM, стримера), может быть оснащён встроенной акустической системой. Используется в РС Macintosh. На лицевой панели расположены регуляторы громкости и баланса звука – стол освобождён от лишних проводов и акустической системы. Иногда ещё выведены регуляторы тембра и гнезда для подключения микрофона и наушников. Открывается как Slimline.

Корпус типа Tower размещается под столом. Корпус легко открывается, так как состоит из двух вставленных друг в друга U-образных листов. Есть варианты с откидывающейся крышкой. Они бывают следующих типов:

а) Mini-Tower – габариты, как у Desktop, но перевёрнут на бок – есть два съёмных блока для FDD 5,25", два съёмных блока для FDD 3,5" и блок для винчестера, мощность блока питания 150 – 250 Вт (чаще всего приходится использовать специальный удлинитель для клавиатуры);

б) Midi-Tower – высота ≈ 50 см, есть 3 блока для FDD 5,25", остальные параметры, как в Mini-Tower;

в) Big-Tower ставят рядом или под столом, мощность, как и у Super-Big-Tower, выше, чем у Midi; в нём шесть отсеков для установки приводов 5,25" (например, FDD, CD-ROM, Zip), два отсека 3,5" и есть специальные встроенные рамы для установки 3,5", в отсек 5,25" также можно установить 3,5" привод, размеры: ширина 48 см, высота 63 см, длина 20 см. Но для жёсткого диска иногда требуется удвоенная высота;

г) Super-Big-Tower, высотой 73 см имеет две или три дополнительные монтажные рамы для приводов 5,25", а остальные параметры, как у Big-Tower.

Корпус Fileserver имеет размеры: высота 73 см, ширина 30–35 см, длина 55 см. Самый дорогой корпус. В нём восемь блоков для приводов 5,25", несколько – для 3,5". Можно разместить три вычислительные машины обычной конфигурации. Стоит на колёсиках. Используется в серверах, а потому на панели много оптических индикаторов для контроля работы. Мощность 350 Вт.

Стандарт ATX принят в 1995 году по предложению корпорации Intel. Форм-фактор материнской платы для него – ATX. Этот стандарт позволяет развернуть материнскую плату на 90°, поэтому в слотах расширения можно использовать полноразмерные платы, а процессор оказывается под блоком питания и обдувается его вентилятором. Здесь все порты ввода/вывода располагаются на одной стороне материнской платы в один ряд и выходят на заднюю стенку корпуса, разъёмы интерфейсов дисководов и винчестеров расположены рядом с местами для приводов, поэтому более короткие кабели не путаются. Появилось много модификаций AT-корпусов типа Desktop, Mini-Tower, Tower, имеющих унифицированное расположение крепёжных отверстий для материнских плат различного типа. В нём появился программно отключаемый источник питания.

1.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие принятые сокращения Вы знаете?
2. Что входит в общую конструкцию ЭВМ?
3. Что такое системная плата, плата расширения, слот, джампер, сокет, чип, чипсет?
4. Какие типы настольных корпусов известны?
5. Какие варианты корпусов типа Tower существуют?

2. СИСТЕМНЫЙ БЛОК

2.1. ВНЕШНИЙ ВИД СИСТЕМНОГО БЛОКА

На лицевой панели корпуса системного блока расположены три главные кнопки.

1. POWER – нужна для включения и выключения компьютера.

2. RESET – предназначена для перезапуска компьютера. Нажимают в случае, когда компьютер не выполняет никаких команд.

3. TURBO – ускорение или замедление работы компьютера. На современных компьютерах чаще отсутствует или не используется.

Кроме кнопок на фронтальной стороне есть ещё индикаторы. Их может быть три или четыре:

а) индикатор, отражающий включение режима Turbo (может не быть);

б) индикатор питания сигнализирует о включении компьютера;

в) индикатор работы винчестера загорается при работе;

г) индикатор работы дискет включён при работе НГМД.

Есть ещё несколько приёмных устройств работы с дисководом. Маленький дисковод работает с дисками ёмкостью 1,44 Мбайта. Дисковод с выдвижным лотком используется при работе с компакт-дисками (CD-ROM).

На задней стороне системного блока находятся гнёзда и разъёмы для подключения внешних устройств. Два самых крупных разъёма чёрного цвета (по 3 контакта) предназначены для подключения сетевого шнура и шнура питания монитора, но последний шнур можно подключать напрямую в сеть. Остальные гнёзда и разъёмы – с рядом тоненьких ножек штырьков («папы») и с рядом дырочек под эти штырьки («мамы»).

Полоска с большим числом гнёзд и 16-штырьковым разъёмом-«мамой» относится к звуковой карте. В гнёзда включают штекеры микрофона, колонок и внешнего источника звука (магнитофона). Под гнездом чаще есть подпись, есть разъём для подключения игрового манипулятора-джойстика. Рядом расположен разъём-«мама» с тремя рядами штырьков для видеокарты – он предназначен для подключения специального шнура от монитора.

Есть группа из 3 разъёмов: к 25-штырьковому «папе» подключают принтер (LPT-порт), к 25-штырьковой «маме» – модем, к 9-штырьковой «маме» – мышь.

К круглому разъёму внизу подключают клавиатуру.

В любом системном блоке есть блок питания.

2.2. БЛОК ПИТАНИЯ

Размер блока питания зависит от конструкции корпуса. Промышленные стандарты существуют для 6 моделей корпусов и блоков питания: PC/XT, AT/Desktop, AT-Tower, baby-AT, Slimline, ATX. У всех моделей корпусов есть модификации, которые отличаются выходными мощностями.

В блок питания подаётся напряжение 220 В, а в нём формируется ± 12 В и ± 5 В. Раньше это делали силовые трансформаторы, они надёжные, но тя-

жёлые (5 кг), современные – импульсные (900 г). В блоке питания стоит вентилятор для охлаждения. В более дорогих корпусах на передней панели есть прорези для вентиляции, которые закрыты специальными фильтрами. Их надо менять по мере загрязнения.

В блоке есть разъёмы с 20 контактами для подключения материнской платы и два разъёма для питания приводов 3,5" и 5,25". В стандарте ATX вместо них есть один разъём с 20 контактами. В нём напряжение +3,3 В уже есть, и стабилизатор напряжения на материнской плате не нужен.

2.3. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМНОЙ ПЛАТЫ

Рассмотрим внутреннее устройство системного блока.

Материнская плата (Motherboard) является основным компонентом каждого РС. Иногда её называют главной (Mainboard) или **системной платой** (Systemboard).

Функции материнской платы – связь и управление действиями всех устройств в компьютере, передача сигнала от одного устройства к другому с помощью шины.

Взаимодействие между компонентами и устройствами РС, подключёнными к разным шинам, осуществляется с помощью мостов, реализованных на одной из местных микросхем Chipset.

Типоразмеры материнских плат приведены в описании корпуса Slimline.

Стандарт NLX является развитием стандарта ATX. Согласно NLX, в РС устанавливается ризер-карта (Riser Card), аналогичная плате адаптера, вставленной в материнскую плату в корпусе типа Slimline. На ризер-карте есть стандартные слоты PCI и ISA, в которые устанавливают все необходимые карты расширения. Здесь материнская плата тоже устанавливается в специальный слот NLX Riser Connector. Этот разъём содержит не только информационную шину, но и шину питания. Есть разъёмы для IDE, FDD, USB, блока питания и т.д.

На материнской плате стандарта NLX располагаются гнезда CPU, слоты для модулей памяти, Chipset, микросхемы BIOS и кэш-памяти. Все внешние разъёмы (LPT, COM, Audio и др.) смещены к краю материнской платы.

Это главная плата в компьютере. К ней подключаются все другие устройства, входящие в состав системного блока.

На плате установлены разъёмы для установки комплектующих элементов. Есть понятие «форм-фактор» (синоним – поколение). До выхода в свет процессора Pentium II корпорация Intel использовала форм-фактор Socket 7, а после выхода – Slot1. Процессоры были квадратной формы с многочисленными контактами-ножками в шахматном порядке, а в Pentium II – прямоугольной формы, более длинные, вставляемые в щелевидный разъём – слот.

1. Процессоры для разъёма Super Socket7 – процессоры фирмы AMD (K 6, K 6-2), Cyrix (M2), Centaur Technology (IDI).

2. Процессоры для разъёма Slot1 – процессоры фирмы Intel (Pentium II (233 – 450 МГц), Pentium III и Celeron (300 – 450 МГц)).

3. Процессоры для разъёма Socket-370 (PGA) – процессоры фирмы Intel Celeron (от 450 МГц).

4. Процессоры для разъёма Slot A – процессоры фирмы AMD Athlon (К 7).

5. Процессоры для разъёма Socket 423 – процессор Pentium 4 с тактовой частотой 1,5 ГГц и выше.

6. Сейчас материнские платы выпускают с процессорным разъёмом Socket 775. На них устанавливают чипсет I 915P/G и I 925X, которые призваны сделать стандартом шину PCI Express, оперативную память DDR2, а также аудиоподсистему High Definition Audio. Новые слоты PCI Express x1 имеют более широкую полосу пропускания, которая предоставляется каждому устройству отдельно от другого.

Для каждого форм-фактора процессора существует свой тип материнской платы, он не совместим с другими процессорами. Рассмотрим архитектуру материнской платы.

На материнской плате главным элементом является процессор. Он управляет всеми ресурсами PC. В обработке трехмерной графики, 3D звука, компрессии и декомпрессии ему помогают специализированные микропроцессоры – чипы, расположенные на специализированных дополнительных платах.

Внутри самого процессора есть собственно процессор-вычислитель, сопроцессор – блок для обработки чисел с плавающей точкой, кэш-память первого уровня – несколько десятков байт сверхбыстрой памяти для хранения промежуточных результатов, кэш-память второго уровня объемом от 128 до 512 Кбайт, менее быстродействующая, которая может быть реализована на отдельном кристалле.

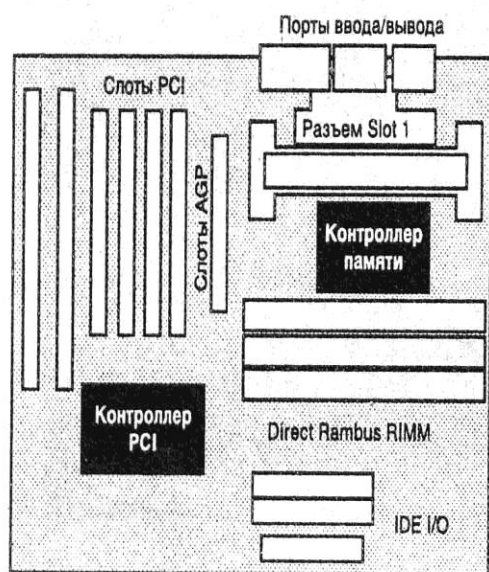
Первый этаж архитектуры – к локальной шине процессора Host Bus адреса и данных подключаются модули вторичного кэша (в виде микросхем).

Основная динамическая память имеет собственную мультиплексированную шину адреса и данных, изолированную от локальной шины процессора. Здесь могут быть использованы три микросхемы (чипсета), например, Intel 82430 FX – системный контроллер (TSC 82437 FX) и два корпуса коммутаторов данных TDP 82371 FB.

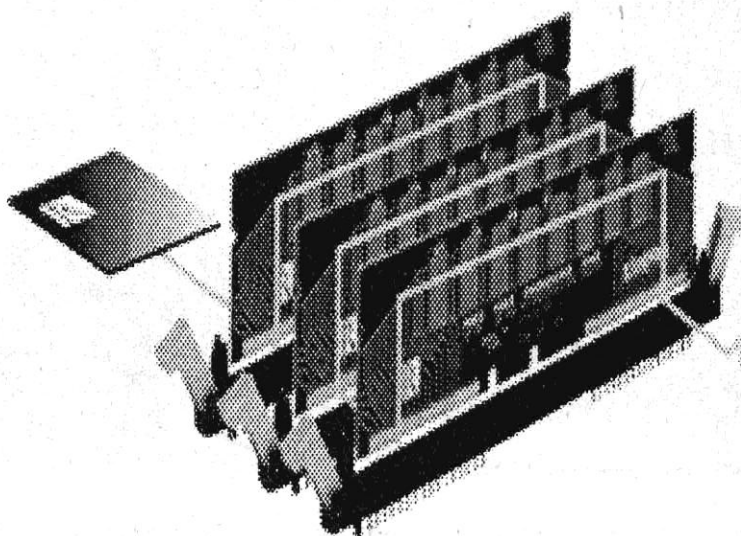
Есть слоты для установки оперативной памяти со специальными замочками-защелками. Их хорошо видно на рис. 1, б). В них вставляют модули оперативной памяти. Слотов может быть до четырёх: 2 SIMM и 2 DIMM. В них устанавливают от 256 до 512 Мбайт оперативной памяти (зависит от типа материнской платы). На плате также расположена микросхема перепрограммируемой памяти (EEPROM), в которой хранятся программы BIOS, тестирования PC, загрузки ОС, драйверы устройств, начальные установки и т.п.

Следующий этаж архитектуры – устройства, подключаемые к шине PCI. Это мост PIIX (PCI IDE ISA Xcelerator – многофункциональное устройство для согласования частот шин PCI и ISA и реализации 2-канального интерфейса ATA (IDE)); 2 контроллеров прерываний; 2 контроллеров прямого доступа к памяти; 3-канального системного счётчика-таймера; канала управле-

ния динамиком; логики немаскируемого прерывания; мост с внутренней шиной X-Bus. В данном примере эти функции выполняет в чипсете Intel 82430 FX микросхема 82371 FB. Контроллеры гибких дисков, интерфейсных портов, клавиатуры, CMOS RTC могут входить в чипсет или быть на отдельных микросхемах. В Pentium используются чипсеты Intel 430 FX (Triton), Intel 430 HX (Triton2), Intel 430 VX (Triton3), Intel 430 TX, в Pentium III – I 820, I 840, в Pentium 4 – I 865PE, I 875P. На плате могут быть микросхемы кэш-памяти второго уровня, которые чаще расположены в плате картриджа CPU. Как уже было сказано выше, на материнской плате кроме смонтированного на ней процессора, установлены разъёмы для других устройств (см. рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Плата модулей памяти и материнская плата для их установки

Третий этаж – разъёмы-слоты стандарта PCI, AGP, ISA. Слоты PCI (Peripheral Component Interconnect) используются для подключения звуковой карты, встроенного модема. Их на плате может быть четыре штуки: они самые короткие, белого цвета, разделены на 2 неравные части (на новых платах они отсутствуют). Разъём Advanced Graphic Port (AGP) – это более быстрый коричневый слот для установки видеокарт формата AGP. Разъёмы-слоты типа ISA (Industry Standart Architecture) по пропускной способности слабее первых двух и в 1,5 раза длиннее PCI. Они чёрного цвета. На новых материнских платах их нет, но есть IEEE 1394, к которым можно подключить принтер, сканер, жёсткий диск, устройства обработки аудио- и видеоинформации.

Есть разъёмы для подключения накопителей HDD, FDD, CD-ROM, набор микросхем (Chipset) высокой интеграции для управления обменом данными между всеми компонентами PC.

Для питания памяти CMOS, электронного таймера и BIOS есть специальная аккумуляторная батарея.

На некоторых современных материнских платах установлены микросхемы, выполняющие функции видеоадаптера, звуковой карты, сетевой карты – это экономит место в корпусе и увеличивает количество свободных слотов. Все компоненты материнской платы связаны системой проводников, по которым идёт обмен информацией.

На плате есть контроллеры портов – это устройства на плате, соединяемые с разъёмами на задней стенке компьютера для подключения принтера, мобильного дисковод большой ёмкости, внешнего модема и манипулятора типа «мышь». Последние два порта – по 25 и 9 штырьков – COM (может быть до 4 штук). На платах Pentium II стандарта ATX есть ещё и специальные разъёмы для подключения мыши и клавиатуры – круглые разъёмы типа PS/2.

Новинкой является последовательный порт USB. В Pentium 4 на заднюю стенку выведены 4 разъёма. К ним подключают модемы, принтеры, сканеры.

Контроллер E-IDE (это расширенный IDE) предназначен для подключения к материнской плате устройств, производящих хранение и чтение информации – жёстких дисков, дисководов, CD-ROM. Их может быть 4: первое – ведущее устройство и первое подчинённое, второе ведущее и второе подчинённое. Например, первый ведущий – жёсткий диск, второй ведущий – CD-ROM. Оставшиеся два – это LS-120, ZIP, ORB, второй жёсткий диск или дисковод CD-R. Подключаются специальным двойным шлейфом.

Контроллер SCSI, более быстрый, чем E-IDE, и более надёжный, разрешает подключать до 15 устройств. Он используется в рабочих станциях, так как дорог для PC. Контроллер можно дополнительно установить, если его нет на плате. SCSI несколько видов: Wide SCSI, Ultra SCSI, Ultra Wide SCSI. Шина IEEE 1394 является стандартом на шину Serial SCSI-3. Число производителей материнских плат для современных компьютеров невелико. Это фирмы ASUSTek, Iwill, A-Trend, Gigabyte, AOpen, Epox и некоторые др.

Лучшим продуктом 2005 года по тестам при практически одинаковой стабильности и производительности явилась материнская плата ASUS P5AD2 Premium. На ней имеются чипсет I 925X, W-LAN Access Point, два сетевых порта и поддержка DDR2 600 (PC2 – 4800), присутствует IDE-RAID и 8 портов Serial ATA, 8 портов USB 2.0, есть интерфейс FireWire (400 Мбит/с) и ещё 2 порта FireWire стандарта IEEE 1394b (800 Мбит/с). На нижней поверхности платы под процессором закреплён радиатор Stack Tool размером с лист A5. Это позволяет поддерживать температуру процессора на уровне 43°.

Плата, которая заслужила название «Оптимальный выбор», называется Albatron PX915G Pro. Она имеет чипсет I 915G с поддержкой модулей DDR 1 400. Кроме интегрированного ядра она оснащена IDE-RAID и 2 сетевыми портами, но для экономии убрали порт FireWire.

Фирма Intel разработала модель платы D915GUX с форм-фактором Micro-ATX. В ней хорошо продумана система управления вентилятором. Она используется в офисных ПК.

Появилась интегрированная платформа **форм-фактора семейства ITX** (Internet Technology Extension): mini-ITX (17x17 см) и nano-ITX (12x12 см).

Плата VIA Erian-MII с форм-фактором mini-ITX, имеет процессор VIA C3/Eden ESP. Есть чипсет VIA CLE266 и VIA VT8235, оперативная память DIMM DDR266 SDRAM объемом 1 Гбайт, интегрированное видео VIA Unichrome 2D/3D с аппаратным ускорением MPEG-2, один слот PCI, два разъёма IDE UltraDMA типа 133/100/66, один разъём для FDD, контроллер FireWire VIA VT6307S IEEE1394. Есть интегрированный аудиоадаптер VIA Vinyl Audio и видеовыход VIA VT1622A TV Out.

По форм-фактору nano-ITX изготовлена плата VIA Eria-N с процессором Eden-N. На ней есть чипсет VIA CN400 VIA VT8237, оперативная память SODIMM DDR266/333/400 SDRAM/1 Гбайт, VIA Unichrome Pro с аппаратным ускорением MPEG-4 и декодером MPEG-2, 1x mini-PCI, два разъёма IDE UltraDMA 133/100/66, VIA Vinyl Audio и VIA VT1622A TV Out.

По итогам тестирования в 2005 году лидером признана плата MSI P4 Diamond с двумя видеоплатами MSI NX6800 Ultra, оснащённая процессором с тактовой частотой 3,73 ГГц с чипсетом NVIDIA nForce 4 SLI Intel Edition. Эта материнская плата может использоваться в процессорах Pentium 4, Pentium 4 Extreme Edition и Pentium D (с частотой системной шины до 1066 МГц). В 4 слота можно установить до 16 Гбайт памяти DDR2 400/533/667 SDRAM. В режиме SLI может переназначать линии PCI Express. Есть встроенный 24-разрядный Sound Blaster Live от Creative.

Все материнские платы на базе процессоров Intel 955X/945P/945G имеют южный мост ICH7R, тактовую частоту системной шины 1 066/800/588 МГц, тактовую частоту оперативной памяти 800/667 МГц, один или два слота PCI Express x1 и один или два PCI Express x16, три слота PCI, до 8 портов USB 2.0, 2 порта IEEE 1394a, один или два IEEE 1394b, интегрированный звуковой контроллер ALC882D, IDE RAID-контроллер, Serial ATA II.

Материнская плата Intel D 945GTP выполнена на чипсете Intel 945G со встроенным графическим адаптером Intel GMA950 и двухядерным процессором Intel Pentium 820 D в корпусе FC-LGA4 с тактовой частотой 2,8 ГГц, установлено по одному слоту PCI Express x1 и x16, интегрированный звук представлен микросхемой Sigmatel STAC 9223. Имеет объём кеша 1024+1024 Кбайт, техпроцесс 0,09 мкм. Процессор имеет такой же разъём, как Intel Pentium 670, но разводка разная.

Ещё одной новинкой является **материнская плата PF88**, которая изначально создавалась для работы с процессором **Pentium 4/D** (Socket 775), но может использовать и процессоры **AMD Athlon 64/64 FX** (Socket 939), **Intel Pentium M** (Socket 479), **AMD Athlon 64 Sempron** (Socket 754). Для реализации этой идеи был добавлен специальный разъём, внешне похожий на PCI Express x16. Он предназначен для плат SIMA (Simply Smart Platform Converter Card), которые содержат разъём для процессора, разъёмы для модулей оперативной памяти и северный мост другого чипсета. Это дало возможность подключать AMD с разъёмом Socket 939.

2.4. ШИНЫ

Все компоненты на материнской плате каким-то образом должны быть соединены между собой. Это соединение осуществляется с помощью шин.

Совокупность линий (проводников на материнской плате), по которым обмениваются информацией компоненты устройств и устройства РС, называется шиной (Bus). Шина предназначена для обмена между двумя и более устройствами. Описание шин приведено в [5].

Шина, связывающая только два устройства, называется портом.

Обычно шина имеет гнезда для подключения внешних устройств, которые в результате сами становятся частью шины и могут обмениваться информацией со всеми другими подключаемыми к ней устройствами.

Шины в РС различаются по своему функциональному назначению.

1. Системная шина (или шина CPU) используется микросхемами и Chip-set для пересылки информации от устройств к CPU и от CPU к устройствам. Это шина GTL+ с тактовой частотой 66, 100 и 133 МГц и пропускной способностью 528, 800 Кбайт/с и 1,06 Мбайт/с или шина EV6, у которой передача по обоим фронтам с тактовой частотой 377 МГц. Может использоваться 128-разрядная шина памяти (так как передача происходит без участия CPU).

2. Шина кэш-памяти предназначена для обмена информацией между CPU и кэш-памятью.

3. Шина памяти используется для обмена информацией между оперативной памятью и CPU.

4. Шины ввода/вывода (бывают стандартные и локальные).

2.4.1. Назначение линий шины

Шина имеет собственную архитектуру, позволяющую реализовать важнейшие её свойства – возможность параллельного подключения практически неограниченного числа внешних устройств и обеспечения обмена информацией между ними. Архитектура любой шины включает следующие компоненты.

1. Линии данных (по ним происходит обмен данными между CPU, картами расширения, установленными в слоты, и памятью). В режиме DMA (Direct Memory Access) управление обменом данными осуществляется соответствующим контроллером, минуя CPU. Компьютеры семейства Pentium имеют 64-разрядную шину данных.

2. Линии адреса (процесс обмена возможен лишь в том случае, когда известен отправитель и получатель этих данных, а потому у каждого компонента РС, каждого регистра ввода/вывода и ячейки RAM, есть свой адрес – идентификационный код, который передаётся по этой шине). RAM временно хранит данные для ускорения обмена ими. Количество ячеек RAM не должно превышать 2^m , где m – разрядность адресной шины. В семействе Pentium она 32-разрядная и можно адресовать 4 Гбайт памяти.

3. Линии управления данными (шины управления) необходимы для записи (считывания) в регистры устройств, подключенных к шине, ряда необ-

ходимых при передаче данных сигналов: записи/считывания, готовности к приёму/передаче данных, подтверждения приёма данных, аппаратного прерывания, управления и инициализации контроллера.

4. Контроллер шины осуществляет управление процессом обмена данными и служебными сигналами и обычно выполняется в виде отдельной микросхемы или интегрируется в микросхемы Chipset.

2.4.2. Шины ввода/вывода

Первой характеристикой шины является её разрядность, определяемая количеством данных, параллельно проходящих через неё.

Второй характеристикой шины является её пропускная способность, которая определяется количеством бит информации, передаваемых по шине за секунду. Пропускная способность вычисляется как произведение тактовой частоты шины на её разрядность.

Рассмотрим шины ввода/вывода. Они описаны в [10].

1. Шина **ISA-8, ISA-16** (Industrial Standard Architecture). От этих шин сейчас отказываются, как от шин с низкой производительностью – время передачи превышает скорость обработки их CPU, т.е. процессор простаивает.

2. Шина **EISA** (Electronic ISA). Обладает следующими достоинствами:

а) слот EISA полностью совместим со слотом ISA из-за двухэтажной конструкции слота;

б) она 32-разрядная, т. е. все линии данных CPU выведены на слот, что позволяет использовать карты сетевые, графические и жёсткого диска. Её частота 8,33 МГц, но скорость передачи 33 Мбайт/с;

в) шина EISA – интеллектуальная, так как конфигурация карт расширения происходит в ней программно, а не джамперами. Если необходимо использовать ISA, то ставят заглушку, чтобы предотвратить контакт I и II этажа разъёма.

3. Шина **VESA** или **VLB** (Video Electronic Standard Assotiation или Vesa Local Bas). Эта локальная шина разработана в начале 80-х годов Ассоциацией стандартов видеоэлектроники. Используется для передачи видеоданных. Обмен информацией с CPU осуществляется под управлением контроллеров, расположенных на картах, устанавливаемых в слот VLB, напрямую в обход стандартной шины ввода/вывода. Она 32-разрядная и работает на тактовой частоте процессора, но адреса и сигналы управления здесь передаются по шине ISA. Она использовалась в CPU 80486.

4. Шина **PCI** (Peripheral Component Interconnect) разработана фирмой Intel для PC Pentium. Её тактовая частота равна половине тактовой частоты системой шины. Включается в слот системной платы. Её основа – мосты, которые осуществляют связь между PCI и другими шинами. Важной особенностью PCI является способность внешнего устройства при пересылке данных управлять шиной без CPU.

Она широко распространена, так как:

а) у неё отличный от ISA способ передачи данных: когда передающее устройство готово к передаче, оно выставляет данные и сопровождает их соответствующим сигналом, а приёмное устройство записывает данные в свои регистры и подаёт сигнал, подтверждая запись и готовность к приёму следующих;

б) у неё относительно независимые отдельные компоненты системы – передачей данных управляет включённый между ней и CPU мост, а процессор может выполнять другую работу;

в) есть PCI 1.0 – 32-разрядная и PCI 2.0 – 64-разрядная, отсюда полоса пропускания шины $33 * (32 \text{ бит}/8) = 132 \text{ Мбайт/с}$ или $33 \text{ МГц} * (64 \text{ бит}/8) = 264 \text{ Мбайт/с}$;

г) шина PCI универсальна, так как не зависит от типа CPU – соединение мостом в системной шине, минуя CPU;

д) PCI 5.0 64-разрядная, на дополнительные контакты подаётся напряжение 3,3 В, а на нём работает большинство микросхем;

е) система PCI использует принцип временного мультиплексирования – для передачи данных и адресов используется одни и те же линии;

ж) обладает свойством интеллектуальности, так как она в состоянии распознать аппаратные средства и анализировать конфигурации системы в соответствии с технологией Plug & Play. Для них созданы свои карты расширения.

Для работы с видеоданными лицензированы **PCI Express x1, x2, x4, x8, x16 и x32**-канальные версии (266, 532, 1066, 2132, 4200 и 8400 Мбайт/с). Их главное преимущество состоит в том, что данные через шину передаются без помех в обоих направлениях, а в режиме дуплексной передачи цифры выше удваиваются. На видеоплату можно подать мощность до 75 Вт без дополнительных разъёмов. Новые видеоплаты на базе PCI Express x8 и x16 обладают высоким качеством изображения, которое не уступает платам с AGP 8x.

5. Шина **AGP** (Accelerated Graphics Port) является каналом передачи данных между видеоадаптерами и RAM. Эта высокоскоростная, локальная шина ввода/вывода предназначена для нужд видеосистем. Она связывает 3D-акселератор видеосистемы (ускоряет обращение) с системной памятью PC. Только один слот AGP, в него подключается одно устройство, а потому нет проблем с арбитражем, что повышает скорость обмена данными. Она 32-разрядная, отличается от PCI следующим:

а) использует более высокие тактовые частоты (режим 2, 4);

б) режим демультиплексирования (SBA) – по очереди адрес и данные;

в) пакетная передача данных;

г) режим прямого исполнения в системной памяти DIME. Здесь обработка текстур ведётся предварительно в системной памяти, а в локальную память загружается уже результат. Её пропускная способность для режима 1x равна $66 * 32 = 2112 \text{ бит/с} = 264 \text{ Мбайт/с}$, в режиме 2x передача идёт по переднему и заднему фронтам, а потому цифра удвоится – 528 Мбайт/с – используется в Pentium с 64-разрядной внешней шиной. В режиме 4x (с пониженным напряжением питания) за 1 такт удаётся передать 32-разрядную ко-

манду. Скорость передачи около 1 Гбайт/с, но современные прогрессивные технологии 0,25 мкм и 0,18 мкм устойчиво работают и на частоте 133 МГц вместо 100 МГц, а тактовая частота AGP = 66% от 133 МГц, т.е. 100 МГц.

Слоты AGP бывают с напряжением питания:

- а) 3,3 В (имеет ключ-перемычку на материнской плате и одну прорезь на плате, режим 2х);
- б) 1,5 В (тоже с ключом-перемычкой, с 2 прорезями на плате, режим 4х);
- в) универсальный слот (использует любое напряжение без перемычки, на плате 2 прорези, режим 4х).

Сейчас используется шина **AGP 8х**. Для технологии 0,09 мкм используется уже частота 400 МГц и выше, скорость передачи 4 Гбайт/с.

Есть шины, подключающие периферийные устройства вне корпуса PC кабелем. Рассмотрим их.

1. Шина **USB** (Universal Serial Bus). Разрабатывалась фирмами Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC и Northern Telecom. Обмен по интерфейсу – пакетный, скорость обмена 12 Мбит/с. На новых материнских платах есть разъем для подключения концентратора USB. USB позволяет подсоединить к компьютеру периферийные устройства (клавиатуру, мышь, джойстик, принтер), не выключая питания, т.к. поддерживает технологию Plug & Play. Его конфигурирование осуществляется автоматически. Все устройства должны быть с разъемом USB и подключаться к PC через USB-хаб или концентратор, который позволяет подключать до 127 периферийных устройств.

Шины **USB 1.1** и **USB 2.0**. Разъемы выведены на заднюю стенку, их может быть до 4. На USB 2.0 пропускная способность уже до 480 Мбит/с. Реализуется как синхронный (для телеконференций), так и асинхронный режимы передачи данных, поддерживается дополнительный подканал для подключения клавиатуры, мыши, модема со скоростью обмена 1,5 Мбит/с.

2. Шина **SCSI-1** (Small Computer System Interface). Шина разработана в 1986 году. Скорость передачи данных – 2 Мбайт/с, подключаются к одному разъему до 8 устройств (винчестер, привод CD-ROM, сканер, фото- и видеокамеры). Она реализована в виде кабельного шлейфа. С шиной PC PCI соединяется через хост-адаптер (Host Adapter). Каждое устройство, подключенное к шине, имеет свой идентификационный номер (I.D.). У неё асинхронный режим работы, есть Narrow-канал. В 1989 году появилась **SCSI-2** со скоростью передачи 10 Мбайт/с. Здесь используется синхронный режим и Wide-канал.

В 1995 году появился стандарт **Ultra SCSI** с пропускной способностью 8-разрядной шины 20 Мбайт/с, а 16-разрядной шины Ultra SCSI – 40 Мбайт/с, но уменьшилась длина кабеля. После разработки нового метода передачи данных LVD (Low Voltage Differential) появились в 1997 году модели со скоростью передачи 80 Мбайт/с в **Ultra2 SCSI** и в 1999 году 160 Мбайт/с в **Ultra3 SCSI**.

В сентябре 1998 года появилась спецификация **Ultra 160**. Её пропускная способность 160 Мбайт/с. Основные особенности Ultra 160:

- а) двойная синхронизация при передаче данных;

б) контроль целостности данных за счёт использования циклического кода с избыточностью (CRC);

в) контроль окружения. Заключается в проверке возможностей соединительных кабелей, терминаторов, карт с целью обеспечения оптимальной производительности шины.

У **Ultra 320** пропускная способность 320 Мбайт/с для 16-разрядной шины, поддерживает 16 устройств без определения длины кабеля. Устройства соединяются кабелями в цепочку, а на крайнем устанавливается терминатор для устойчивости работы шины. Есть пассивные терминаторы (резистор с сопротивлением 132 Ом) и активные (от 132 до 110 Ом), позволяющие менять входное сопротивление в зависимости от стандарта SCSI. Разъёмы для подключения могут быть внутренними и внешними 50- и 68-контактными.

В 2001 году появилась шина **SAS 1.0** (Serial Attached SCSI) со скоростью 1 500 Мбайт/с. По ней данные передаются последовательно, а не параллельно, предварительно объединяясь в пакеты. Жёсткие диски подключаются по методу «точка-точка», потому пропускные способности у всех дисководов одинаковые, а не делятся. В 2004 году появилась SAS 1.1 со скоростью 3 000 Мбайт/с. В 2006 году должна появиться шина **SAS 2.0** со скоростью 6 000 Мбайт/с.

3. Шина является частью нового стандарта Serial SCSI (SCSI-3) – это высокоскоростная, локальная, последовательная шина, разработанная фирмами Apple и Texas Instruments в 1995 году. Изменяемая структура и одноранговая топология делают её удобной для подключения жёстких дисков и устройств обработки аудио- и видеоинформации, а также для работы мультимедийных приложений в реальном времени. Шина может передавать данные со скоростью 12,5; 25; 50; 100, 200 и 400 Мбит/с, ожидается до 1600. Она позволяет одновременно работать нескольким устройствам, передающим информацию с разными скоростями. Шина использует простой 6-проводный кабель, поддерживает технологию Plug & Play, но её структура проще, чем у SCSI, а стоимость ниже. Используется пакетный режим передачи информации – скорость в нём до 1 Гбайт/с.

Она построена по разветвляющейся топологии и позволяет использовать до 63 узлов в цепочке, а к каждому узлу можно подключить до 16 устройств. Длина кабеля между двумя узлами не более 4,5 м, иначе информация может исказиться. К данной шине можно подключать все устройства, которые подключают к шине SCSI. Это позволяет объединять компьютер с бытовой электроникой. Есть две модели **IEEE 1394 a** и **IEEE 1394 b**.

В Windows'98 есть драйверы для портов этой шины, а в BIOS есть поддержка работы устройств этой шины.

2.4.3. Последовательные и параллельные порты

Параллельная и последовательная передача данных использует различные методы и принципы обмена информацией [5].

Параллельная связь означает, что биты данных пересылаются и передаются не один за другим, а все 8 бит (или 1 байт) одновременно, поэтому кабель состоит из 8 проводов.

Параллельные интерфейсы разрабатывает фирма Centronics, специализирующаяся на производстве матричных принтеров.

На этом интерфейсе передача, как правило, однонаправленная, но некоторые принтеры конфигурируются с помощью программного обеспечения, а потому нужен уже двунаправленный кабель.

Это 25- или 36-контактный разъём (если для принтера).

Параллельный интерфейс часто обозначают аббревиатурой **LPT** (Line Printer) или **PRN** (Printer). Первый подключаемый принтер обозначается как LPT 1, а второй – LPT 2.

В BIOS PC есть поддержка до трёх параллельных интерфейсов.

При односторонней передаче данных в стандартном интерфейсе LPT скорость передачи данных – от 120 до 200 Кбайт/с.

Порт **EPP** (Enhanced Parallel Port) – двунаправленный – передаёт 8 бит данных в обоих направлениях. У него есть буфер для хранения передаваемых данных, поэтому скорость передачи почти в 6 раз выше. Для него необходимо специальное программное обеспечение. Может подключать в цепочку до 64 периферийных устройств.

Есть ещё **ЕСР** (Extended Capability Port) с ещё более высокой скоростью передачи данных. Остальные параметры как у EPP, за исключением того, что можно подключать до 128 устройств. Можно передавать сжатую информацию, если порт, периферийные устройства и программа могут этот режим поддерживать.

Порты EPP и ECP включены в стандарт **IEEE 1284**. Многие лазерные принтеры тоже его используют. Кроме принтера, можно подключать стример, внешние дисководы, при этом скорость передачи данных – до 1 Мбайт/с. Эти порты используются при обмене данными между PC.

Для последовательных интерфейсов выбор подключаемых устройств шире. Разъёмы могут быть 9- и 25-контактными. В качестве стандартного обозначения используют **COM** (Communication – коммуникационный, последовательный) с протоколом RS-232 (Serial Interface или Serial Port).

Последовательная связь осуществляется побитно, обмен данными идёт в двух направлениях (асинхронный обмен). Напряжение на интерфейсе от –12 В до +12 В, что позволяет использовать кабель длиной 50 м и более без потерь при передаче.

Последовательный интерфейс связывает два устройства.

Существуют номинальная скорость передачи и эффективная (реальная), в которой учитываются передача служебной информации и сжатие данных. Скорость измеряют в бодах (baud) или в bps (бит/с), но в бодах учитывают служебные биты, а в bps – нет.

Скорость передачи может быть 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200 бод и выше (до 115 200 бит/с).

Если у устройств разные скорости, то передача ведётся по меньшей скорости.

Конфигурация COM-портов различная. В BIOS есть поддержка для 4 интерфейсов COM, но только для 2 есть адреса на платах, а остальным нужно подбирать адреса и номера линий прерывания.

2.5. БАЗОВАЯ СИСТЕМА ВВОДА/ВЫВОДА ROM BIOS

Одним из основных компонентов, расположенных на материнской плате, является базовая система ввода/вывода ROM BIOS.

Аппаратно базовая система ввода/вывода представляет собой элемент памяти ёмкостью 64 Кбайт, установленный 28 ножками в DIP-разъём на материнской плате.

Ведущими изготовителями являются фирмы AMI, Award, Phoenix, но функции, выполняемые BIOS, не зависят от изготовителя.

В ROM BIOS (Read Only Memory Basic Input Output System) выполняются три основные функции (обозначение ROM расшифровывается, как «память для чтения»).

1. Предоставление ОС аппаратных драйверов и осуществление сопряжения между материнской платой и остальными средствами PC.
2. Содержится тестовая программа проверки системы POST (Power On Self Test), которая при включении PC проверяет все важнейшие компоненты.
3. Содержится программа CMOS Setup (Complementary Metal Oxide Semiconductor – сокращённое название полупроводника) для установки параметров BIOS и аппаратной конфигурации PC.

В BIOS содержится набор основных функций управления стандартными внешними устройствами PC.

Все изменения в конфигурации записываются в CMOS RAM (Random Access Memory). Её ёмкость 100 – 129 байт. Она расположена в контроллере периферии, имеющем автономное питание.

Базовая система ввода/вывода BIOS является ключевым элементом системной платы, без которой её компоненты – набор железа, т.к. BIOS управляет всеми компонентами и ресурсами системной платы.

Используемая версия BIOS очень сильно привязана к чипсету и должна знать особенности используемых компонентов.

Код BIOS хранится в микросхеме энергозависимой постоянной памяти (ROM BIOS), но здесь тип носителя значения не имеет, хотя, с точки зрения модифицируемости, флэш-память имеет явное преимущество – возможность модернизации прямо в компьютере.

Тип носителя указан под наклейкой микросхемы:

- а) 28 Fxxx – флэш-память с напряжением 12 В;
- б) 29 Cxxx – флэш-память с напряжением 5 В;
- в) 29 LVxxx – флэш-память с напряжением 3 В (редкая);
- г) 28 Cxxx – EEPROM – близка по свойствам к флэш-памяти;

д) 27 Сxxx – EPROM, записываемая на программаторе и стираемая ультрафиолетом (если есть стеклянное окно);

е) PH 29 EE 010 – ROM фирмы SST, перезаписывается аналогично флэш-памяти;

ж) 29 EE 011 – флэш-память с напряжением 5 В фирмы Winbond;

з) 29 С 010 – флэш-память с напряжением 5 В фирмы Atmel.

Новую версию BIOS лучше получать от изготовителя системной платы во избежание сбоев. Если поставили новую микросхему с BIOS, и система не работает, то необходимо использовать ряд системных плат с режимом восстановления (Boot Block Recovery). Для этого на плате надо использовать переключатель или джампер. В режиме восстановления работает только дисконвод, в который необходимо установить специальную дискету с файлообразом ROM BIOS.

Иногда режим восстановления включается автоматически (Boot Block, получая управление в начале POST, оценивает корректность основного блока ПЗУ и при необходимости включает режим восстановления).

Но если это не спасает, то есть еще режим «горячей замены» ROM BIOS, т.е. из работоспособной системной платы извлекают BIOS и устанавливают вместо испорченной, включают и загружают компьютер, как для режима перезаписи BIOS.

Далее, не выключая питания, ставят неверно записанную микросхему и выполняют процедуру перезаписи. Компьютер должен работать, поскольку код BIOS исполняется из теневой области ОЗУ.

Содержимое BIOS может испортить вирус или отладчик DEBUG, т.к. парольная защита перезаписи может быть взломана, а надёжная аппаратная защита есть не у всех микросхем энергозависимой памяти и системных плат.

2.5.1. Тест начального включения

POST – это самостоятельный тест, который поможет при идентификации ошибок, если в РС установили новую материнскую плату.

При прохождении POST на экране монитора появляются два типа сообщений: информационное и сообщение об ошибках.

Первое сообщение указывает версию производителя BIOS и производителя материнской платы, Chipset, информацию об объёме установленной памяти, подключенных устройствах. Второе даёт сообщение об ошибке в устройстве в виде векторов прерываний.

2.5.2. Векторы прерываний системы BIOS

Каждая система BIOS в адресной области FEE00H – FFFD9H имеет определённые подпрограммы для конкретной используемой материнской платы, а потому система BIOS РС не взаимозаменяема.

В последнее время для хранения в BIOS используют микросхемы электрически стираемой программируемой постоянной памяти EEPROM.

Производитель может выпускать новую версию BIOS на дискете, а пользователь – загружать её в микросхему. Центральный процессор имеет доступ к BIOS через систему программных прерываний. Каждое прерывание даёт доступ к соответствующей подпрограмме BIOS.

Рассмотрим таблицу векторов прерываний системы BIOS табл. 2, которые используются в реальном режиме работы процессора.

Таблица 2

Таблица векторов прерываний системы BIOS в реальном режиме

Программное прерывание	Функция
0	Деление на нуль
1	Пошаговое прерывание
2	NM1 (немаскируемое прерывание)
3	Точка останова
4	Переполнение
5	Печать экрана
6	Резерв
7	Резерв
8	Таймер (IRQ0, часы реального времени)
9	Клавиатура (IRQ1)
A	Резерв (IRQ2)
B	COM 2 (IRQ3 последовательного порта)
C	COM1 (IRQ4 последовательного порта)
D	Резерв (IRQ5)
E	Прерывание дисководов (IRQ6)
F	Прерывание принтера (IRQ7)
10	Сервис видеоадаптера
11	Диагностика оборудования
12	Тестирование памяти
13	Сервис FDD/HDD
14	Последовательная передача данных
15	Работа с кассетой
16	Работа с клавиатурой
17	Работа с принтером
18	Обращение к ROM-BASIC (в IBM PC)
19	Начальная загрузка («теплый старт», первичный загрузчик)
1A	Запрос времени суток
1B	Прерывание клавиатуры
1C	Прерывание реального времени
1D	Инициализация видеопараметров
1E	Инициализация параметров дискеты
1F	Параметры для видео-BIOS

В таблице приведено обозначение функций в BIOS. Например, по прерыванию 12h мы можем определить размер RAM. В BIOS для поддержания стандарта Plug & Play включено 13 дополнительных системных функций, позволяющих системам и адаптерам, поддерживающим его, автоматически настраивать друг друга.

К изменению CMOS Setup нужно подходить осторожно. Сначала запишите для себя старые установки, чтобы при необходимости можно было к ним вернуться.

Клавиши, которые нужно нажать для входа в CMOS Setup, определяются фирмой-изготовителем, они появляются на экране при загрузке системы:

– Press < DEL > if you want to run Setup (для AMI)

Или

– Press < Ctrl > < Alt > < Esc > if you want to run Setup (для Award).

Выберите нужную вам комбинацию.

Выбрать из заставки нужный пункт и провести изменения в нём.

2.6. CHIPSET НА МАТЕРИНСКОЙ ПЛАТЕ

Это набор микросхем, установленных на материнской плате для обеспечения обмена данными между CPU и периферийными устройствами.

Основным конкурентом Intel в области производства Chipset является тайваньская корпорация VIA Technologies Inc, компании ALI (подразделения корпорации Aser Labs) и SiS. Разновидности чипсет приведены в [1].

Рассмотрим Chipset фирмы Intel.

1. **Intel 810** (Whitney) разработан для процессоров Celeron.

У него (в отличие от прежних моделей):

а) интегрированное графическое ядро нового видеопроцессора Intel 752 с поддержкой 3D, DVD, телевизионного выхода и плоско-панельных мониторов;

б) хабовая структура;

в) интегрированный AC'97-кодек.

Он не поддерживает шину ISA. Конструктивно состоит из 3 микросхем (хабов), которые взаимодействуют через специальную шину с пропускной способностью 266 Мбайт/с. В чипсет входят: контроллер памяти и видео (GMCH – Graphic Memory Controller Hub); контроллер ввода/вывода – ICH – I/O Controller Hub (подключаются контроллеры дисководов, таймер); контроллер специального программного обеспечения – FWH (Firmware Hub). В нём хранится BIOS системы и BIOS для видео-системы.

2. Чипсет **Intel 810 E** – выпускается для материнских плат с процессором CPU Pentium III. Отличается от предыдущего разогнанной частотой системной шины (133 МГц) и наличием видео-кэша объёмом 4 Мбайт, функционирующего на тактовой частоте 133 МГц, а шина памяти работает на частоте 100 МГц независимо от установленной тактовой частоты системной шины (66, 100 или 133 МГц).

3. Чипсет **Intel 820** выпускается с ноября 1999 года. Работает на тактовой частоте системной шины 133 МГц и предназначен для CPU Pentium III. Имеет хабовую структуру из I 82820 (MCH), I 82801 AA (ICH) и I 82802 (FWH). Отличается от I 810 E тем, что поддерживает память RDRAM и шину AGP 4x, но нет интегрированного графического ядра, не поддерживает частоту 66 МГц системной шины и не поддерживает память SDRAM – нет разъемов для подключения модулей SIMM и DIMM. Он ориентирован на память Rambus для модулей RIMM.

4. Чипсет **Intel 840** используется во многопроцессорных системах на основе CPU Pentium III и Pentium III Xeon. Тоже использует хабовую архитектуру. Для увеличения ОП можно устанавливать на материнской плате специальный контроллер Memory Repeat Hub(MRH) – для расширения памяти RDRAM (тогда вместо двух можно использовать 4 модуля). Если надо использовать SDRAM, то ставят контроллер MRH-S, который преобразует интерфейс RDRAM в SDRAM.

5. Чипсет **Intel 845** используется в процессорах Pentium 4. Есть разновидности **I 845E, I 845PE, I 845D**. Они используются на разных материнских платах (в зависимости от частоты системной шины). Частота может изменяться от 1 000 до 3 060 Гц. Появились чипсет **865PE, Intel 865G и 875PE, Intel 915P/G и Intel 925X**. Они поддерживают оперативную память стандарта PC 3 200 и DDR2 с частотой 600 МГц. Последняя разработка **Intel 945P/G и Intel 955X**. В чипсет **Intel 945G** входит интегрированное графическое ядро GMA950, обладающее достаточной для пользователя производительностью. Эти чипсеты поддерживают тактовую частоту системной шины 1 066 МГц и память DDR 667 МГц. В южный мост ICH7R интегрирована поддержка 4 портов Serial ATA II, Matrix RAID и аудиокодек, поддерживающий стандарт High Definition Audio. Этот мост не поддерживает порты Express x1 и 5-й и 10-й уровни RAID. **Intel 955X** поддерживает до 8 Гбайт оперативной памяти, включая память с ECC, и поддерживает процессоры Pentium Extreme Edition.

Есть ещё Chipset компании ALI. Они представлены в виде табл. 3.

Таблица 3

Chipset компании ALI

Chipset	Северный мост	Южный мост
Aladdin and IV plus	М 1531 (мост CPU-PCI–контроллеры памяти, кэш и буферов)	М1543С
Aladdin V	М 1541/42(мост CPU-PCI, контроллеры памяти, кэш и буферов, поддержка AGP)	М1543С
Aladdin 7	М 1561(поддержка CPU Pentium II)	М1543С
Aladdin Pro II	М 1621 (AGP, PCI and Memory Controller)	М1543С
Aladdin TNT2	М 1631 (интегрированное графическое ядро Pentium II, III, Celeron)	М1543С
Aladdin Pro IV	М 1641 (поддержка CPU Pentium II, III, Celeron)	М1535D

Chipset компании Silicon Integrated Systems (SiS) – **SiS 630** (на одной микросхеме): тактовая частота системной шины 66 или 100 МГц.

Поддерживает CPU Celeron, Pentium II и III; 64-разрядную асинхронную шину памяти с тактовой частотой 66, 100 и 133 МГц, в него интегрировано 3D-графическое ядро.

Для передачи данных между ядром и контроллером памяти используется 128-разрядная шина с частотой 133 МГц (технология Ultra AGP). В ней скорость передачи данных 2 128 Мбайт/с, поддерживает AC'97-кодек, аппаратно преобразовывает звук, интегрированы 2 хаба USB, что позволяет установить 5 разъёмов USB, контроллер Fast Ethernet и контроллер Home PNA для подключения к сети через телефонный кабель.

На ризер-карте может быть установлен кэш фрейм-буфера или микросхемы видеомоста SiS 301.

Буферы обеспечивают высокую производительность графической системы.

Чипсет **AMD 750** разработан для шины EV6 (разъём Slot A). Состоит из 2 микросхем: AMD 751 – системный контроллер и AMD 756 – контроллер локальных шин. Тактовая частота системной шины EV6 200 МГц, пропускная способность 1,6 Гбайт/с.

Максимальный объём памяти 768 Мбайт, поддерживаются только модули PC 100 SDRAM, есть 4 порта USB, Ultra DMA/66.

2.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что входит в системный блок?
2. Какие напряжения вырабатывает блок питания ЭВМ?
3. Что такое системная плата?
4. Какие линии шины Вы знаете?
5. Для чего нужны шины адреса, данных и управления?
6. Какие шины ввода/вывода известны?
7. Какие шины используются для подключения периферийных устройств вне корпуса?
8. Какие параллельные и последовательные порты существуют?
9. Какие функции выполняет BIOS?

3. ПРОЦЕССОР

3.1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОРОВ

Для сравнения производительности процессов в 1996 году фирма Intel ввела единицу ICOMP™ Index 2.0, отличающуюся от набора показателей весовыми коэффициентами, а также выбором базового процессора – Pentium 120 МГц, который использует 32-битные операции и мультимедийный текст.

3.2. ПРОЦЕССОРЫ ШЕСТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рассмотрим процессоры Pentium III, Pentium IV и Athlon.

Существуют **Pentium III** с частотами 450, 500, 500 Е, 533 ЕВ, 550 Е, 600 Е, 600 ЕВ, 650, 667, 700, 733, 750, 800, 800 ЕВ, 900 МГц и 1,14 ГГц.

В первых моделях буква Е обозначала интегрированный L2-кэш типа «Advanced Transfer Cache», частота системной шины 133 МГц, а в последних моделях буквы Е и В не пишут. Но в процессоре все они учтены.

Эти процессоры имеют следующие характеристики.

1. Технология производства: 0,18 мкм (0,25 мкм для частоты 450 МГц), 28 миллионов транзисторов.

2. Ядро процессора Coppermine с SSE-конвейером (для частоты 450 МГц – Katmai на основе Deschutes, конвейер SSE с добавлением 70 новых SSE-инструкций).

3. L1-кэш: объём 32 Кбайт (16 Кбайт данных+16 Кбайт инструкций).

4. L2-кэш: объём 256 Кбайт (512 Кбайт для частоты 450 МГц), тактовая частота равна тактовой частоте ядра, интегрирован на одном кристалле с процессором (у модели с частотой 450 МГц – отдельно), поддерживает ECC-механизм обнаружения и коррекции ошибок при обмене данными с ядром процессора. Такой L1-L2 кэш называют «Advanced Transfer Cache».

5. Частота системной шины 100 или 133 МГц, поддерживается ECC.

6. Напряжение питания ядра процессора 1,65 В.

7. Поддерживается до двух процессоров на одной системной шине, кроме моделей в FC-PGA исполнении – там один процессор.

8. Идентификация – каждый процессор имеет уникальный 96-битный серийный номер, который читается и контролируется на уровне BIOS.

9. Физический разъём-исполнение: Slot1/S.E.C.C-2 или Sockel 370/FC-PGA (Flip Chip Pin Grid Array).

В **Coppermine** есть дополнительный VI слой разводки проводников. Расстояние между слоями 0,18 мкм, поэтому путь к каждому полупроводниковому элементу короче.

Его аналог **Intel Celeron 128 К** также на ядре Coppermine, но содержит L2-кэш 128 Кбайт на кристалле. На ядре Celeron 600 МГц напряжение 1,6 В. Используется в плоских процессорах – проще решать проблему теплообмена. Магистраль между L2-кэшем и ядром процессора 256-битная. Пропускная способность на тактовой частоте 600 МГц равна 6 Гбайт/с.

Процессоры с тактовой частотой 700 МГц **Pentium III Xeon** и интегрированным на кристалле L2-кэшем большого объёма (1 или 2 Мбайт), выполнены по технологии 0,18 мкм. Для L2-кэш, равного 2 Мбайт, интегрировано 140 млн. транзисторов, а это приводит к увеличению производительности на 13 – 46% и позволяет увеличить разрядность внутренней шины и сократить время ожидания передачи данных из кэша. Используется картридж SC 330 – модели для серверов. В них надёжная схема управления напряжения, питания и есть возможность удалённого наблюдения и диагностики.

Процессор **Pentium III Tualatin** с L2-кэшем памятью 512 Кбайт на кристалле упакован в корпус FC-PGA2 с разъёмом Socket-370. Выполнен по технологии 0,13 мкм. Напряжение ядра равно 1,25 – 1,3 В и на шине AGTL – 1,2 В. Здесь есть адаптивное изменение частоты в зависимости от задачи.

В процессоре **Athlon (K 7)** картридж не отличается от Pentium III и разъём для Slot. Сейчас есть AMD Athlon с частотами 500, 550, 600, 650, 700 МГц по 0,25 мкм-технологии, а в моделях с частотами 750, 800 МГц и более – 0,18 мкм-технология. В зависимости от технологии используют понятия «Модель 1» (Model 1) или «Модель 2» (Model 2).

Основные характеристики этого процессора.

1. Ядро: технология 0,25/0,18 мкм; внутренняя архитектура типа «RISC», имеет 3 конвейера для целочисленных операций и 3 для операций с плавающей точкой и блок 3DNow!

Добавлено 45 SIMD-инструкций: 12 – для ускоренных целочисленных вычислений в мультимедийных приложениях, 7 – для лучшей детализации графики и добавления новой функциональности при использовании настроек в Internet-браузерах и других приложениях; 5 инструкций Digital Signal Processing (DSP) (для ускорения работы с коммуникационными приложениями типа «модем»). Полученный набор из 45 инструкций (вместе с 21 старой) называли Enhanced 3DNow!

2. Системная шина на основе спецификации шины Alpha EV6, лицензированной у DEC, физическая тактовая частота равна 100 МГц (до 200 МГц), а передача данных идёт при 200 МГц (до 400 МГц).

Поддерживается ЕСС-механизм обнаружения и корректирования ошибок передачи данных.

3. L1-кэш равен 128 Кбайт (64 Кбайт данных + 64 Кбайт инструкций).

4. L2-кэш равен 512 Кбайт (планируют до 8 Мбайт), тактовая частота равна 1/2 тактовой частоты ядра, но интерфейс L2-кэш программируемый. Он может быть равен 1/3, 2/3 или 1 от тактовой частоты ядра. Выполнен на отдельных микросхемах (а не интегрирован), которые также поддерживают ЕСС-механизм.

5. Многопроцессорность: может обеспечить поддержку до 14 процессоров на одной шине, но пока нет чипсет для их поддержки.

6. Напряжение питания ядра процессора: 1,6 В для частот от 500 до 750 МГц и 1,7 В для 800 МГц.

7. Разъём Slot A, механически совместим со Slot 1.

8. Исполнение – Card Module – процессорная плата, размещена в защищённом пластиковом корпусе.

Имеет S.E.C.C. или S.E.C.C.-2 – исполнение. У ATHLON целых 3 конвейерных блока для работы с плавающей точкой: первый – для обмена с памятью, а два других (в связке) – для выполнения операций с вещественными числами.

Дополнительно используется блок 3DNow! и MMX, но они дополняют математический сопроцессор FPU, а не заменяют его.

Сейчас L2-кэш интегрирован на кристалле процессора и имеет кодовое имя **Thunderbird** для разъемов **Slot A** и нового **462-контактного Socket A** с тактовыми частотами от 750 МГц до 1 ГГц с шагом 50 МГц.

Рассмотрим **Pentium IV (Willamette) 1,5 ГГц**. В нём новое ядро, а также применена новая технология Advanced Dinamic Execution – процессор обрабатывает инструкции не в порядке поступления, а в наиболее эффективной последовательности и одновременно прочитывает более 100 инструкций, а у Pentium III их 40. Есть 2 АЛУ, которые работают на удвоенной частоте ядра ЦП и выполняют 4 операции за один такт, т.е. в 2 раза больше, чем у Pentium III. Здесь кэш-трассировки выполнены на новом уровне. Системная шина с частотой 400 МГц и пропускной способностью 3,2 Гбайт/с, а в Pentium III при частоте 133 МГц – 1 056 Мбайт/с. Старые системные платы не подходят, так как процессор выполнен под Socket 423. Набор микросхем Техаса для памяти типа Rambus. Кэш L1 – 256 Кбайт, L2-кэш – 512 Кбайт. Нет процессорного серийного номера – от него отказались.

Оптимальный выбор на 2005 год: процессор **Pentium 4 модели 520** (2,8 ГГц). Это недорогой процессор форм-фактора LGA775 модели 520. Нагревается несильно.

Есть модель **Pentium 4 – Revision E0**, которая оснащена эффективным механизмом подаваемого напряжения Dinamic Voltage ID, технологией защиты от вирусов NX Flag и 64-битным расширением EM64T.

У данного процессора частота системной шины 800 МГц, L1-кэш 16 Кбайт, L2-кэш – 1 024 Кбайт, L3-кэш отсутствует.

Процессор **Celeron D** поддерживает 64-битную технологию EM64T. Он имеет кэш 256 Кбайт, выполнен по технологии 90 нм и работает на частоте FSB 533 МГц. Все новые модели процессоров заключены в корпус LGA775. Частота системной шины в моделях меняется от 2,53 до 3,2 ГГц. Кроме этого есть поддержка Execute Disable Bit (XD).

Корпорация Toshiba, Sony и IBM представили новую разработку в 2005 году – процессор **Cell**. Этот процессор построен по новой архитектуре – многоядерной. В нём 9 ядер – 8 синергетических ядер + один power-процессор с 64-битной поддержкой. Каждое ядро оснащено кэш-памятью первого уровня объёмом 256 Кбайт и есть общая кэш-память второго уровня объёмом 512 Кбайт. Появилась возможность создавать массивы из процессоров, которые одновременно выполняют несколько сложных операций. У них производительность в десятки раз больше, чем у любых современных процессоров AMD или Intel.

3.3. ПИТАНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОРА

Процессоры младших поколений (до 486) сначала использовали напряжение питания 5 В, а затем 3,3 В. Стандартный блок питания – 5 В, поэтому используют регулятор напряжения VRM (Volt Regulation Module) – этот регулятор представляет собой микросхему стабилизатора напряжения фиксированного или управляемого уровня, которая расположена чаще всего на ра-

диаторе. Напряжение должно соответствовать номиналу процессора. Если оно ниже – неустойчивая работа, а выше – сгорит.

Процессоры Cyrix используют максимально допустимую мощность, поэтому встал вопрос охлаждения. Для этого применяют радиатор (Heat Sink – теплоотвод), который приклеивают мастикой или двухсторонней самоклеющейся лентой к процессору. Если этого мало, то используются активные теплоотводы (Cooler), имеющие дополнительные вентиляторы (Fan), устанавливаемые на радиатор процессора – напряжение равно 12 В.

Подключают через специальный разъём.

Для Pentium с частотой 200 МГц и выше требуется более высокий радиатор с более мощным вентилятором.

В стандарте ATX процессор прямо под блоком питания и для обдува можно использовать как внутренний вентилятор блока питания, так и дополнительный внешний и сам вентилятор процессора. Они должны синхронно обдувать радиатор процессора. Есть вентиляторы с датчиком вращения и платой электроники на самом вентиляторе. Она включается между разъёмом стандартного динамика и самим динамиком, который издаёт звук при остановке (на Pentium II).

3.4. СТРУКТУРА МИКРОПРОЦЕССОРА

На одном кристалле микропроцессора содержатся: **центральный процессор ALU, блок процессора с плавающей точкой FPU, устройство управления УУ, диспетчер памяти MMU, блок предвыборки команд и данных БПКид, интерфейс магистрали ИМ.**

ЦП включает в себя арифметическо-логическое устройство ALU – arithmetic-logical unit, восемь 32-разрядных регистров общего назначения и многоразрядный сдвигатель, используемый при арифметических и циклических сдвигах, операциях умножения и деления.

Блок процессора с плавающей точкой (FPU – floating point unit) имеет собственные регистры данных и управления, работает параллельно с ЦП и обеспечивает обработку данных с плавающей точкой.

Устройство управления включает дешифратор команд, которые поступают из блока предварительной обработки (очереди команд), и блока микропрограммного управления, содержащего ПЗУ микрокоманд. УУ формирует последовательность микрокоманд, которые поступают на все блоки МП, обеспечивающие выполнение очередной команды и переход на следующую.

Диспетчер памяти MMU (memory management unit) состоит из блока сегментации и блока страничной адресации. Он осуществляет 2-ступенчатое формирование адреса ячейки памяти: сначала в пределах сегмента, а затем в пределах страницы. Здесь обеспечивается режим работы реальных адресов (реальный режим) и режим защищённых виртуальных адресов (защищённый режим). В первом случае реализуется расширенный набор команд и допускается увеличение разрядности адресов и операндов до 32.

В защищённом режиме могут одновременно выполняться несколько задач. Сегментация является средством управления пространством логических адресов, она обеспечивает мобильность и повышает защищённость программ.

Сегментированная память представляет собой набор блоков, характеризующихся определёнными атрибутами: расположение, размер, тип (программа, данные), характеристики защиты.

Блок страничной адресации действует на более низком уровне, разбиение на страницы возможно только в защищённом режиме. Каждый сегмент делится на страницы по 4 Кбайт, которые могут размещаться в любом месте памяти ОЗУ.

Блок предвыборки команд и данных включает устройство предвыборки команд и внутреннюю кэш-память. Первое осуществляет заполнение очереди команд длиной 32 бита, приём и выборка байтов из памяти производится в промежутках между магистральными циклами команд.

Внутренняя кэш-память размером 8 Кбайт позволяет существенно повысить производительность МП за счёт буферизации в ней часто используемых команд и данных, сокращения числа обращений к внешней памяти.

Интерфейс магистрали ИМ реализует протоколы обмена МП с памятью, другими активными устройствами системы.

Обмен осуществляется с помощью 32-разрядной двунаправленной шины данных D0 – D31, 32-разрядной шины адреса A0 – A31 и 32-разрядной шины управления U0 – U31.

3.5. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМАНДЫ

Для того чтобы микропроцессор мог выполнить ту или иную операцию, необходимы инструкции, или команды. Есть описание в [10].

Команды хранятся в основной памяти. Каждая команда – это группа битов, соответствующая определённой операции. Обычно команда делится на поля, каждое из которых определяет какой-либо атрибут команды, а поле операции в ней определяет саму выполняемую операцию (сложение, пересылка, дополнение и т.д.).

Код каждой операции – это уникальная последовательность битов длиной от 1 до 2 байт.

Код операции	Регистр	Адресное поле
--------------	---------	---------------

Поле регистра определяет номер регистра, который содержит данные, принимающие участие в операции, а адресное поле служит для определения участка памяти, содержащего данные, используемые при вычислениях (длина от 0 до 8 байт).

Команды размещают в ОП в определённой последовательности – по порядку выполнения. Очередная выполняемая команда определяется с помощью содержимого специального регистра – счётчика команд. Последний содержит адрес области памяти, в которой расположена следующая выполняемая команда. Микропроцессор использует содержимое счётчика команд для

выборки из памяти этой команды. Во время выполнения команда хранится в регистре команд. Различные команды для размещения в ОП используют разное количество битов, так как в некоторых командах есть адресное поле, а в некоторых нет. А потому ЭВМ использует команды переменной длины: 1, 2, ... , 11 байт. В зависимости от этой длины, в счётчик добавляется число 1, 2, ... , 11 (по количеству байт).

Работа процессора сводится к выполнению повторяющихся рабочих циклов, каждый из которых соответствует определённой выполняемой команде.

Есть операции над целыми числами: команды пересылки, арифметических, логических, битовых операций, сдвигов и операций со строками символов.

Операции над числами с плавающей точкой выполняются тоже в процессоре: пересылки данных, арифметические, сравнения и команды управления FPU.

Кроме этих операций, есть ещё команды управления программой, защиты памяти и поддержки языков высокого уровня.

Выполнение любой команды начинается с анализа запроса прерывания. Если прерывания нет, то выбирается команда, а иначе обрабатывается прерывание.

После выборки команды сразу формируется адрес следующей команды, и анализируется код операции текущей команды. В зависимости от кода, формируются адреса операндов команды или выполняются действия по командам операций управления. Затем выполняются сами операции, формируются признаки результата и запоминается результат.

После этого управление передаётся на выполнение следующей команды.

3.6. РЕГИСТРЫ

Регистры важны для любого процессора. В старых моделях X86 их было 14, а сейчас намного больше. Их описание дано в [1].

В PC четыре регистра общего назначения: **EAX**, **EBX**, **ECX**, **EDX**. Они 32-разрядные (об этом здесь и далее говорит первая буква E). В старых моделях для 8-разрядных PC они именовались A, B, C, D, для 16-разрядных – AX, BX, CX, DX, причем младший байт именовался AL, BL, CL, DL, а старший – AH, BH, CH, DH. Регистр AX (AH, AL) чаще всего служат местом хранения результатов вычислений (это аккумулятор), используется в командах умножения, деления, ввода и вывода слов. Регистр BX чаще хранит сегмент адреса, но может хранить и другие виды данных. Регистр CX обычно хранит число выполнения определённых операций и указывает длину строковых операций, слова, ввод и вывод с косвенной адресацией. Регистр DX обычно называют регистром данных. Используется для умножения и деления.

Есть один специфический **регистр** – **EFLAGS** (**флаговый**). В битах этого регистра хранятся флаги результатов выполнения последней операции,

флаги состояния процессора, режим работы и т.д. Значения флагов управляют поведением процессора при выполнении условных команд.

Регистры смещений (внутрисегментной адресации) IP, SP, BP, SI, DI используются для хранения относительных адресов ячеек памяти внутри сегментов (смещений относительно начала сегментов).

Адрес выполняемой в данный момент команды хранится в **регистре EIP** – указателе команд. Он указывает на ячейку основной памяти с выполняемой командой, а для определения реального адреса ещё необходимо использовать регистр сегмента кода.

Есть два регистра-указателя: **регистр-указатель базы EBP** (смещение начального адреса, отведённого под стек) и **регистр-указатель стека ESP** (смещение вершины стека). В каждом из них содержится сегментная часть адреса для реального режима. В защищённом режиме там хранится селектор.

Адреса перемещаемых строк данных (многобайтные последовательности произвольной длины) хранятся в **регистре индекса-источника ESI** и **регистре индекса-назначения EDI**.

Регистры сегментной адресации CS, DS, SS, ES используются для хранения начальных адресов полей памяти (сегментов).

Первый – **регистр сегмента кода CS** – содержит значение, которое совместно со значением регистра команд указывает следующую выполняемую команду. Вторым – **регистр сегмента данных DS**. Обычно он указывает область памяти, в которой содержатся данные. Его значение может комбинироваться со значениями регистров BX, SI и DI для указания определённого байта или слова данных. Третий регистр называется **регистром дополнительного сегмента ES**. Это резервный сегментный регистр, чаще применяемый для стековых операций. Четвёртый регистр называется **регистром сегмента стека SS**. Его значение комбинируется с содержимым **указателя стека ESP** для указания слова данных, обрабатываемого в данный момент в стеке. Иногда SS комбинируют с **EBP**.

В **регистрах FS и GS** хранятся данные.

Управляющие регистры **ECR0, ECR1, ECR2, ECR3, ECR4** хранят признаки состояния процессора, общие для всех задач. Они 32-разрядные.

В ECR0 бит 0 (PE) переводит процессор в защищённый режим или реальный, если в бите записан 0. В бите 1 (MP) проводится мониторинг процессора, в бите 2 (EM) осуществляется эмуляция сопроцессора. В бите 3 (TS) производится переключение задач, в бите 4 (ET) – индикация поддержки инструкций математического сопроцессора (в последних моделях ET равно 1), в NE (бит 5) хранится признак стандартного сообщения об ошибке FPU. WP (бит 16) разрешает защиту страниц памяти, AM (бит 18) разрешает контроль выравнивания, NW (бит 29) запрещает сквозную запись кэша и циклов аннулирования, бит 30 (CD) запрещает заполнение кэша, бит 31 (PG) включает механизм страничной переадресации памяти.

Регистр ECR1 не используется.

Регистр ECR2 хранит 32-битный линейный адрес, по которому был получен последний отказ страницы памяти.

Регистр ECR3 в старших 20 битах хранит физический базовый адрес таблицы каталога страниц, из младших используется бит 4 (PCD) – запрет кэширования страницы и бит 3 (PWT) – кэширование страницы со сквозной записью. Регистр ECR4 присутствует только в моделях Pentium и выше. Он содержит биты разрешения архитектурных расширений.

Системные адресные регистры предназначены для ссылок на сегменты и таблицы в защищённом режиме. Они 48-битные. Регистры **GDTR** и **IDTR** программно загружаются 6-байтными операциями, включающими 32-битный линейный базовый адрес (старшие биты) и 16-битный лимит глобальной таблицы дескрипторов и таблицы дескрипторов прерываний.

Следующая группа регистров используется для обработки чисел с плавающей точкой. Регистры для хранения таких чисел могут быть 80-разрядные. Они используются в математическом сопроцессоре и называются регистрами данных FPU или арифметическим стеком. Их 8: с **R0** по **R7**. Совместно с 15-разрядными регистрами математического сопроцессора и полями регистров тегов (**TAG(0) – TAG(7)**, они тоже 15-разрядные) они производят действия над числами с плавающей точкой.

MMX-команды обрабатывают числа с плавающей точкой, используя для этого 64 младших бита стека сопроцессора. Они могут обрабатывать одновременно 8 однобайтных, четыре 16-разрядных или два 32-разрядных числа.

Новые **SIMD-команды** обрабатываются в специальных 128-разрядных регистрах XMM (eXtended MultiMedia – это восемь 2-разрядных целых или 4 значения с плавающей точкой одинарной точности). Это инструкции SSE2 (Streaming SIMD Extensions), предназначенные для обработки 3D-графики, кодирования/декодирования видео, а также шифрования данных. Совместно с этими регистрами используется 32-разрядный регистр состояния / управления MXCSR. Он используется для управления обработкой числовых исключений, установки режима округления и режима очистки, а также чтения флагов состояния XMM.

3.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По какому показателю сравнивают процессоры?
2. Какие основные характеристики Pentium III, IV и Athlon Вы знаете?
3. Назовите основные блоки микропроцессора.
4. Из каких полей состоит команда?
5. Для чего используются регистры AX, BX, CX, DX?

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ ЭВМ

4.1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Все вычислительные операции происходят в основной памяти и процессоре. Это связано с тем, что перед обработкой процессором данных и про-

грамм они должны быть помещены в определенную область основной памяти. Некоторые программы и небольшие массивы данных могут находиться в памяти постоянно. Большинство из них помещаются в память только по мере необходимости, а затем отбрасываются (программы) или сохраняются в постоянной области хранения (данные), после чего занятое ими пространство снова становится доступным для новых программ и данных.

Основная память РС представляет собой комбинацию RAM (Random Access Memory – оперативной памяти), ROM (Read Only Memory – память «только для чтения» или ПЗУ) и вакантных областей, т.е. процессор способен к адресации пространства физической памяти фиксированного размера. Одни области этого пространства размещены на модулях RAM-памяти, другие – на микросхемах ПЗУ (ROM) или энергонезависимой NVRAM-памяти (non-volatile RAM).

Память является основным элементом любой ЭВМ. Элементы памяти в том или ином виде присутствуют в каждом конструктивном модуле РС.

Оперативная память – временная память, так как данные хранятся в ней только до выключения РС (см. [10]). Конструктивно память выполнена в виде модулей, которые можно заменять, дополнять, чтобы увеличить объём ОП. К данным, находящимся в ОП – RAM-памяти (Random Access Memory – памяти с произвольным доступом), CPU имеет непосредственный доступ, а к периферийной или внешней памяти (НГМД, НЖМД) – через буфер, являющийся также разновидностью ОП, недоступной пользователю. Время доступа к данным мало, а потому скорость обработки их велика.

Запоминание данных в ОП носит временный характер не только из-за питания, но и потому, что она является динамической, т.е. она должна периодически обновляться, так как информация здесь хранится на конденсаторе, а в нём есть ток утечки, что его разряжает, и информация теряется.

Чтобы не было потерь вынуждены проводить регенерацию памяти. Это означает, что CPU имеет доступ к данным в RAM только в течение циклов, свободных от регенерации. Здесь через определённые промежутки времени специальная схема осуществляет доступ (для считывания) ко всем строкам памяти. В эти моменты CPU находится в состоянии ожидания.

За один цикл схема регенерирует все строки динамической памяти (ДП).

Ячейки памяти организованы в матрицу (см. рис. 2.), состоящую из 32 строк и 32 столбцов. Полный адрес ячейки данных включает два компонента – адрес строки и адрес столбца. Когда CPU обращается к памяти для чтения информации, на вход микросхем подаётся строб вывода данных OE (Output Enable), затем подаётся адрес строки и сигнал RAS (Row – адрес, Strobe – бит). Это означает, что каждая шина столбца соединяется с ячейкой памяти выбранной строки, адрес которой поступает по адресным линиям в дешифратор, который даёт номер строки.

Информация считывается со всей строки и помещается в буфер ввода/вывода. Затем с задержкой поступает сигнал CAS с адресом столбца (Column – адрес, Strobe – бит). Здесь при чтении данные выбираются из буфера ввода/вывода и поступают на выход ОП в соответствии с адресом

столбца. Выходы регистра строки снова соединяются с общими шинами столбцов памяти, чтобы перезаписать считанную информацию из строки.

Если выполняется запись, то подаётся строб записи WE (Write Enable), и информация поступает на соответствующую шину столбца не из буфера, а со входа памяти в соответствии с адресом столбца.

Количество линий ввода/вывода определяет разрядность ввода/вывода микросхемы.

Количество бит информации, которое хранится в ячейках каждой матрицы, называется глубиной адресного пространства Depth (Адрес, бит) микросхемы памяти. Общая ёмкость микросхем – это произведение глубины адресного пространства на количество линий ввода/вывода (разрядов).

При 1 Мбайт и 4 линиях ввода/вывода имеем:

$1 \text{ Мбайт} * 4 = 4 \text{ Мбайт}$ и обозначаем хх4400, либо хх4401.

Основные характеристики DRAM приведены в табл. 5

Таблица 5

Основные параметры ОП

Тип памяти	Время доступа, нс	Время цикла обращения, нс	Скорость передачи через 1 линию, Мбайт/с	Тактовая частота системной шины, МГц
FPM DRAM	70	40	025	50, 60
	60	35	028	66
	50	30	033	66
EDO DRAM	70	30	033	50, 60
	60	25	040	66
	50	20	050	75, 83
SDRAM	70	15	066	66
	60	12	080	83
	50	10	100	100

На материнскую плату можно устанавливать элементы памяти различных фирм, но время доступа не должно отличаться более чем на 10 нс, а потому лучше использовать элементы памяти одной фирмы.

Микросхемы памяти объединены в модули: SIMM, DIMM, RIMM.

CPU взаимодействует через контроллер с банком памяти.

Количество модулей памяти для заполнения банков определяется отношением разрядности системной шины к разрядности модуля памяти.

Системная шина PC с CPU Pentium и Pentium II 64-разрядная, поэтому 32-разрядные SIMM-модули ставят в банки попарно, а 64-разрядный DIMM ставят один. Из-за пакетного способа обработки данных из памяти (по 64 бита или 32 бита) увеличилась скорость обмена данными.

Для сокращения простоев во время регенерации, данные, следующие друг за другом в ячейках памяти, помещают в различные банки, из которых CPU должен считывать данные попеременно. Это организует контрол-

лер памяти, который логически объединяет 2 банка в один и распределяет адресное пространство так, чтобы соседние адреса были в разных банках.

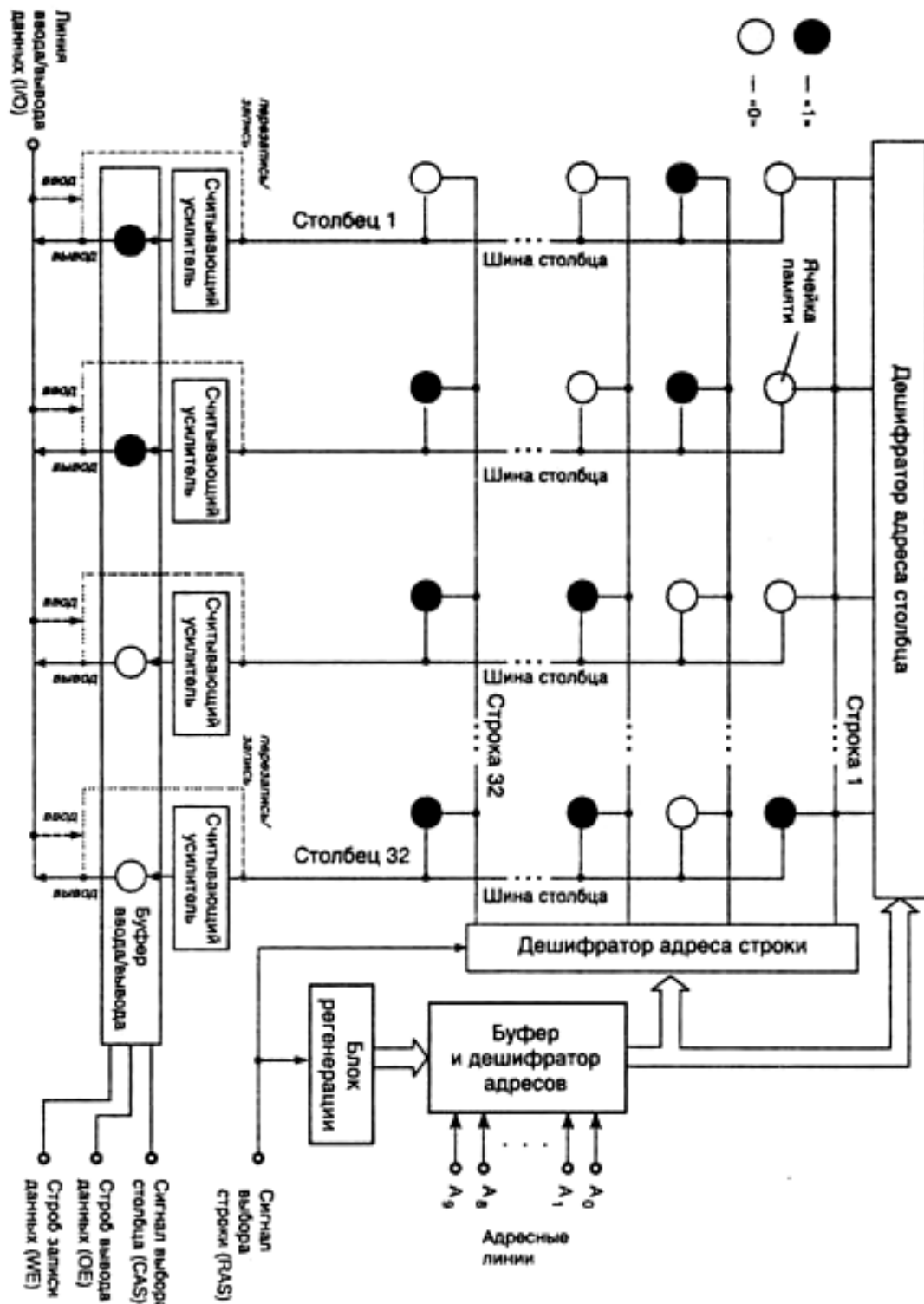


Рис. 2. Структурная схема динамической памяти

В микросхемах SDRAM этот режим реализуется аппаратно на уровне микросхемы.

Метод разбиения памяти на страницы позволяет не повторять сигнал RAS для адреса строк выбираемых ячеек памяти с одной страницы, т.к. адрес строки неизменен.

Обычно память делится на страницы размером 512 байт и более. Кэширование памяти используется для ускорения доступа к данным, находящимся в RAM. Это достигается за счёт применения промежуточной быстродействующей памяти небольшой ёмкости (от 256 Кбайт до 2 Мбайт – буфер между CPU и RAM). Кэш-память синхронная и работает на частоте CPU, а потому нет циклов ожидания.

4.2. ТИПЫ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

В Pentium применяли **EDO DRAM (Extended Data Output)**, но в них линии ввода/вывода остаются подключёнными до окончания ввода нового адреса, т.е. до начала вывода следующего бита. Происходит одновременное считывание данных и задание адреса следующих данных. На 10 – 15% быстрее FPM DRAM, но на запись это преимущество не распространяется [10].

Микросхема **BEDO DRAM (Burst EDO)** отличается от EDO наличием генератора номера столбца. Здесь после первого поступления на вход микросхем адреса ячейки и сигналов RAS и CAS, для последующих 4 столбцов сигнал CAS генерируется внутри микросхем.

Микросхемы **CDRAM и EDRAM (Cache DRAM и Enhanced DRAM)** содержат немного ячеек быстрой памяти SRAM со временем доступа 10 – 15 нс: на одном кристалле могут находиться 4 Мбайт DRAM и 16 Кбайт SRAM, который можно рассматривать как встроенную кэш-память.

В 1997 году для синхронизации работы памяти и системной шины использовалась микросхема синхронной динамической памяти **SDRAM (Synchronous DRAM)**. Метод доступа к строкам и столбцам данных – как в DRAM. Отличие в том, что память и CPU работают синхронно, без циклов ожидания. Современные микросхемы работают на тактовых частотах CPU 66, 75, 83, 100, 125 и 133 МГц. Есть чередование адресов и пакетный режим, а также 3-ступенчатая конвейерная адресация, позволяющая запрашивать данные до завершения обработки предыдущих. Здесь 2 и более банков. Сейчас SDRAM заменила память типа FPM и DRAM. Модули памяти PC 100/133 SDRAM выпущены в корпусе TSOP. Количество их выводов зависит от глубины адресного пространства микросхем.

ESDRAM является расширением микросхемы SDRAM. Работает на частоте системной шины 66, 100 и 166 МГц, время рабочего цикла – 8 нс, совместима с PC 100 SDRAM.

DDR SDRAM (SDRAM II) – Double Data Rate – удвоенная скорость передачи данных. Состоит из 4 независимых банков, в которых команды обрабатываются параллельно. В маркировке у них не частота, а пропускная способность: PC 1 600 для 100 МГц и PC 2 100 для 133 МГц. Их поддерживает чипсет корпорации VIA – VIA Apollo KX-266, AMD – Chipset AMD 760.

В микросхеме **RDRAM фирмы RAMBUS** организация банков выборки данных из памяти построена по-другому. Шина данных 16-разрядная и 8-разрядная шина управления. Тактовая частота 400 МГц, но данные пересылаются по переднему и заднему фронту синхроимпульса:

$$16 \text{ бит} * 400 \text{ МГц} * 2 = 1,6 \text{ Гбайт/с.}$$

Здесь по одной шине передаётся адрес строки, а по другой – адрес столбца. Передача адресов осуществляется последовательными пакетами.

В процессе работы выполняется конвейерная выборка из памяти, причём адрес может передаваться одновременно с данными.

Ёмкость микросхем 16, 32, 64, 128 и 256 Мбайт. Планируется 512 и 1 Гбайт.

Для этой памяти разработаны чипсеты Intel 810, Intel 810E, Intel 820, Intel 840 и Intel 845.

В SDRAM (Sync Linc DRAM) используется классическое ядро DRAM. Для этой памяти в стандарте предусмотрен протокол пакетной передачи адреса.

Характеристики различных типов памяти приведены в табл. 6.

В первом поколении были 16-разрядные шины данных на частоте 400 МГц. Передача идёт по фронту и спаду тактового сигнала, а потому пропускная способность: $16 \text{ бит} * 400 \text{ МГц} * 2 = 1,6 \text{ Гбайт/с.}$

Таблица 6

Основные типы памяти и их параметры

Тип памяти	Год выпуска	Разрядность шины, бит	Пиковая пропускная способность, Мбайт/с	Тактовая частота системной шины, МГц
FPM DRAM	1987	32	132	33
EDO DRAM	1995	32	200	50
SDRAM	1997	64	528	66
SDRAM	1998	64	800	100
SDRAM	2000	64	1024	133
DRDRAM, 1 канал	1999	16	1200	600
DRDRAM, 1 канал	2000	16	1600	800
DRDRAM, 2 канала	2001	16	2400	600
DRDRAM, 2 канала	2001	16	3200	800
DRDRAM, 2 канала	2002	16	4300	2066
DDR SDRAM	2001	64	1600	100
DDR SDRAM	2001	64	2400	150
DDR SDRAM II	2002	64	3200	100
DDR SDRAM II	2003	64	6400	200
DDR SDRAM II	2004	64	8533	266
DDR SDRAM II	2005	64	12800	400

4.3. МОДУЛИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Первые микросхемы памяти размещали в **DIP-корпусах (Dual In-line Package)**. У таких микросхем 24 вывода – расположены по бокам корпуса. Кристалл, на котором находятся ячейки памяти, значительно меньше корпуса. SIP-модули Single In-line Package были с 30 выводами в один ряд. Состояли из 9 микросхем DRAM и имели длину 8 см, высоту 1,7 см и использовались в процессорах I 80386. Время доступа 70 нс. Типы модулей даны в [1].

В настоящее время на модули памяти устанавливаются микросхемы в корпусах **SOJ** (Small Outline J-shaped) и **TSOP** (Thin Small Outline Package). Корпус SOJ похож на DIP, но выводы изогнуты в виде буквы J. Их устанавливают на SIMM-модули и применяют для расширения памяти на видеокартах. SIMM – Single In-line Package выпускали с 30, а сейчас с 72 контактами. В Pentium 4 они используются с микросхемами EDO DRAM. Время доступа 60 нс. Кроме микросхем DRAM на них есть ещё миниатюрные конденсаторы. С CPU 80486 использовались SIMM-модули с микросхемами FPM DRAM, а в Pentium – с EDO DRAM.

Корпус TSOP плоский и имеет горизонтально расположенные выводы, пригодные только для пайки. Такие микросхемы устанавливают на DIMM-модули с питанием 3,3 В. DIMM – Dual In-line Memory Module – с двухсторонними независимыми контактами в количестве 168 и 64-разрядные.

Для устойчивой работы системы с тактовой частотой 100 МГц Intel разработала спецификацию PC 100 – все модули должны иметь скорость обмена не более 24 ГГц/с. В 1997 году корпорация NEC разработала **модули DIMM** с тактовой частотой 100 и 133 МГц, которые получили название VCM (Virtual Channel Module). Они вставляются в стандартный слот DIMM со 168 контактами, но на плате есть 16 виртуальных каналов памяти (для каждой программы свой). В нём происходит временное хранение данных.

Обмен данными между виртуальным каналом и ячейками памяти осуществляется блоками по 1 024 бита.

Есть ещё модули DIMM на микросхемах DDR SDRAM, но они не совместимы с предыдущими DIMM-модулями, так как имеют 184 контакта.

RDIMM-модули (Registred) используются в системах, требующих более 1 Гбайт ОП. Они 72-разрядные, но печатная плата большего размера, чем для предыдущих моделей. Они требуют микросхему, обеспечивающую страничную организацию памяти.

RIMM-модуль (Rambus In-line Memory Module) – это новый высокоскоростной модуль с 184 контактами (см. рис. 2).

Он с обеих сторон закрыт металлическим экраном от наводок и взаимного влияния модулей (см. рис. 3).

На материнской плате три слота для этих модулей, но чипсеты I 810, I 810E и I 820 поддерживают только 2 модуля, а конструкция материнской платы не разрешает оставлять пустых слотов RIMM – вынуждены добавлять «пустышки» CRIMM (Contianity RIMM).

Модули RIMM устанавливаются на материнские платы с поддержкой канала **Direct Rambus**, т.е. должен быть соответствующий контроллер и высокоскоростная 16-битная шина памяти, работающая на тактовой частоте 400 МГц. Пропускная способность в 3 раза выше, чем у PC 66 DIMM и в 2 раза выше, чем у PC 100 DIMM. Напряжение питания – 2,5 В.

Организация модулей и микросхем приведена в табл. 7. Как правило, в эти модули устанавливают микросхему Direct RDDRAM, но могут быть установлены и SDRAM, и EDO (но для EDO ставят специальный конвертер).

Появились новые модули ОП DDR2 400 (PC3200). Они обладают меньшим энергопотреблением, большей тактовой частотой и высокой пропускной способностью. Компании Corsair и OCZ уже анонсировали модули DDR2 667 (PC2-5300) и DDR2 800 (PC2-6400), т.к. у DDR2 400 мало преимуществ по сравнению с DDR1 400 – производительность практически не изменилась.

Таблица 7

Организация модулей и микросхем

Организация модуля	Организация микросхемы памяти	Коррекция ошибок
16М * 18 (32 Мбайт)	(4М * 18) * 4	ECC
32М * 18 (64 Мбайт)	(4М * 18) * 8	ECC
48М * 18 (96 Мбайт)	(4М * 18) * 12	ECC
64М * 18 (128 Мбайт)	(4М * 18) * 16	ECC

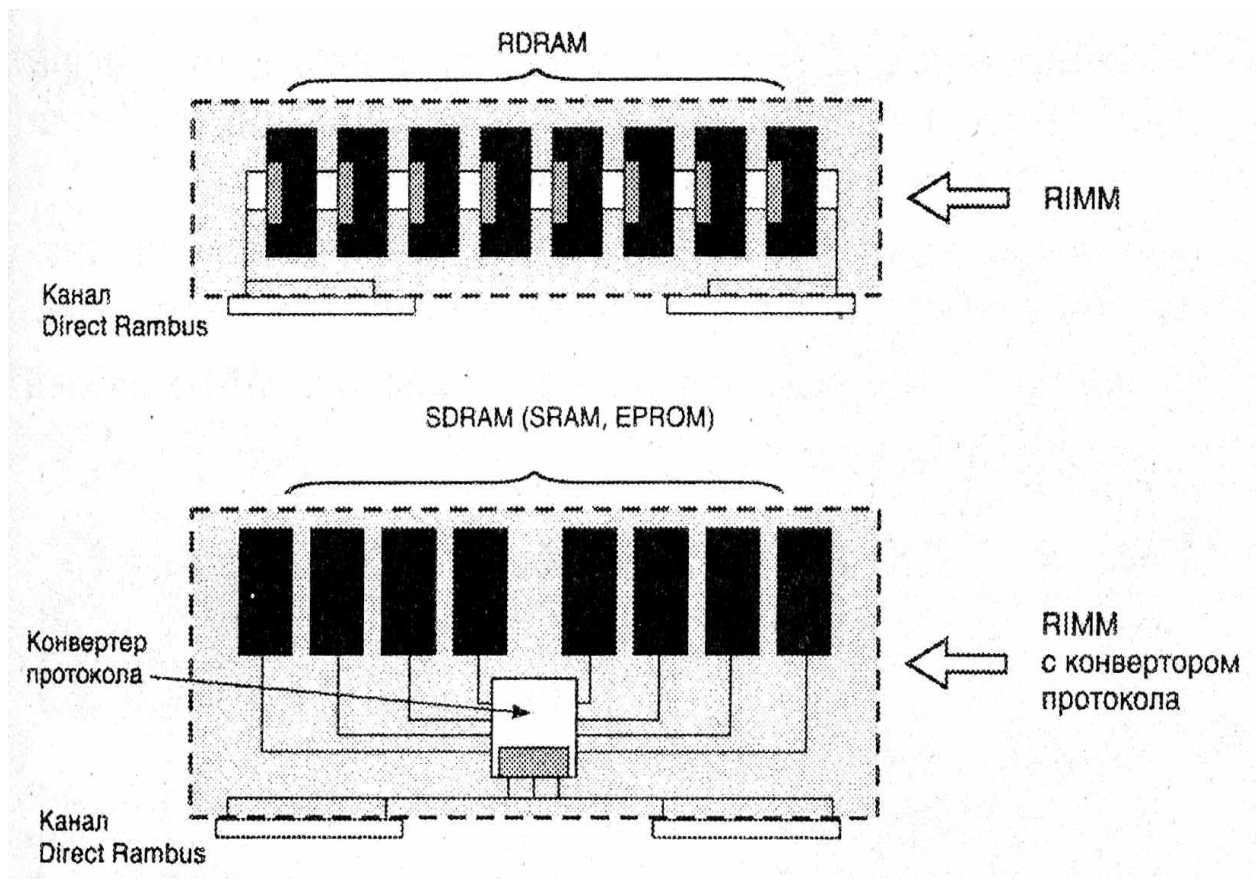


Рис. 3. Внешний вид модулей RIMM

4.4. СТАТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ

Статическая память используется в качестве кэш-памяти I, II и III уровня (в современных ЭВМ). Она хранит информацию при наличии питания даже без обращения к ней сколько угодно долго. Ячейки статической памяти реализуются на триггерах (устройствах с двумя устойчивыми состояниями). По сравнению с динамической памятью, эти ячейки более сложные и занимают больше места на кристалле, однако они проще в управлении и не требуют регенерации. Разновидности статической памяти – Async SRAM, Sync Burst SRAM и Pipelined Burst SRAM – рассмотрим с точки зрения применения в кэш-памяти. Описание дано в [10].

1. **Async SRAM, или A-SRAM (SRAM)** – традиционная асинхронная статическая память. Микросхемы этого типа имеют интерфейс, содержащий шину адреса, шину данных и сигналы управления. Время доступа составляет 12, 15 или 20 нс на частоте системной шины до 33 МГц.

2. **Sync Burst (SB) SRAM** – синхронная статическая память, позволяющая вести пакетную операцию обмена, свойственную работе кэш-памяти. В её структуре есть внутренний двухбитный счётчик адреса.

Кроме перечисленных в пункте один шин, есть ещё сигналы для синхронизации с системной шиной и сигналы пакетной обработки. Время доступа – 8,5; 10 и 13,5 нс на частотах 66, 60 и 50 МГц.

3. **Pipelined Burst SRAM (PB SRAM)** – пакетно-конвейерная синхронная память. Конвейером является дополнительный внутренний регистр данных.

Интерфейс PB SRAM аналогичен интерфейсу SB SRAM, но есть задержка из-за синхронизирующего перепада.

Функции кэш-контроллера выполняет обычно чипсет.

Микросхемы хранения данных кэша организуются в банки, число микросхем в банке должно соответствовать разрядности системной шины процессора.

Банков может быть и несколько (в зависимости от кэш-памяти).

Для хранения тегов используется отдельная микросхема – Tag SRAM, а для тега, большего 8 бит – пара микросхем.

Необходимый объём памяти тегов (количество ячеек) можно вычислить, разделив объём установленной кэш-памяти на длину строки кэша, определяемой чипсетом (обычно она равна количеству байт, передаваемых за один стандартный пакетный цикл):

$$4 * 8 = 32 \text{ байт (для Pentium)}$$

Микросхемы синхронной памяти используются с разрядностью 16 и 32 бит, а потому один банк для Pentium собирается из 4 или 2 микросхем.

Для системных плат с процессором Pentium широко распространены модули COAST (Cache on Stick) – это модули с двухсторонним печатным разъёмом. В них используется кэш-память и может быть память тегов. Она может использоваться как расширение кэша.

4.5. ПАМЯТЬ ДЛЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Все перечисленные типы памяти после отключения питания теряли информацию, но в PC есть информация, которую нельзя терять, а потому разработали специальные типы памяти.

NVRAM (Non Volatile) используется для долговременного хранения данных, которые ни при каких обстоятельствах не должны быть утеряны. Здесь хранят код BIOS компьютера, BIOS карт расширения, конфигурация периферийных устройств, скан-коды клавиатуры.

Существует несколько типов энергонезависимой памяти. Они различаются по способу перезаписи информации и применяются в разных областях.

1. Микросхемы **ROM (Read Only Memory)** сейчас не применяются, т.к. они не дают менять записанную в них информацию.

2. **PROM (Programmable Read Only Memory)** – программируются специальными программаторами однократно после изготовления. Они не чувствительны к магнитным полям.

3. **EPROM (Erasable PROM)** – стираемые и многократно перепрограммируемые микросхемы – недавно на них была BIOS системы и карт расширения. Используются в качестве знакогенератора принтера. Её можно перепрограммировать с помощью специального программатора, подключаемого к PC через COM- или LPT-порт. Стирается ультрафиолетовым излучением через специальное окно, имеющееся в корпусе микросхемы. Если окна нет, то стирают рентгеновским излучением. Запись производится побайтно в любую ячейку микросхемы с помощью электрических сигналов. После записи окно заклеивают для защиты информации.

4. **EEPROM (Electrically Erasable Programmable Only Memory)**. Удаляется с помощью электрического сигнала.

5. **Flash Memory** перезаписывают без помощи специального программатора, непосредственно в PC. Основные её преимущества по сравнению с EEPROM – малое время доступа и малая длительность процесса стирания информации. Большинство микросхем BIOS относится к типу Flash EEPROM. Для установки новой версии BIOS используют специальную программу-прошивальщик, которая поставляется вместе с материнской платой (на дискете или компакт-диске) и файлом с новой системой BIOS.

6. **FRAM** – создана корпорацией Ramtron в 1984 году. В ней используется сегнетоэлектрическая плёнка на основе сплавов оксидов металлов (титана, циркония, свинца и т.п.). Информация сохраняется при отключении питания, что даёт преимущества динамической DRAM (многократно перезаписывается) и статической SRAM (высокая скорость), а также памяти ROM (энергонезависимость). Это быстрая и долговременная память. В ноябре 1998 года корпорация Samsung Electronics объявила о поставке пробной партии микросхемы FRAM ёмкостью 64 Кбайт.

7. **MRAM (Magnetic RAM)** – это новое поколение энергонезависимой магнитной памяти, разработанной совместно исследовательским центром IMEC (Бельгия) и корпорацией Toshiba. Основа памяти – многослойный

«магнитный вентиль», выполненный в виде полупроводникового кристалла. Цикл «чтение/запись» для MRAM не превышает 6 нс.

4.6. СТЕКОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ

Во всех предыдущих типах памяти поиск искомой информации производится по адресу ячейки памяти или по её содержанию (как в кэш-памяти). Но есть возможность использовать безадресные команды, которые ускоряют работу. Для этих целей используется стек.

Стек представляет собой группу последовательно пронумерованных регистров или ячеек памяти, снабжённых указателем стека, в которой автоматически при записи или считывании устанавливается адрес последней занятой ячейки стека (называемой вершиной стека).

При операции записи заносимое в стек слово помещается в следующую по порядку свободную ячейку стека, а при считывании из стека извлекается последнее поступившее в него слово.

Это делается автоматически, поэтому могут использоваться команды с безадресным заданием операнда – здесь команда содержит адрес ячейки памяти или регистра, откуда слово передаётся в стек или куда загружается из стека. Это позволяет экономить память на форматах команд, но сложнее передача управления.

4.7. ВИРТУАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ

Для увеличения объёма памяти системы и для работы в многозадачном режиме была разработана концепция виртуальной памяти.

Виртуальная память (Virtual Memory) представляет собой программно-аппаратное средство расширения пространства памяти, предоставляемой программе в качестве оперативной.

Эта память физически реализуется с помощью оперативной и дисковой памяти под управлением соответствующей операционной системы.

Суть её в том, что на НЖМД создаётся файл обмена (Swar-файл), являющийся как бы расширением ОП.

Виртуальное пространство памяти разбито на страницы фиксированного размера (4 – 8 Кбайт). В физической ОП в каждый момент времени присутствует только часть из них. Остальные страницы хранятся на диске, откуда ОС может «подкачать» их в физическую память, предварительно выгрузив на диск часть неиспользуемых в данный момент модифицированных страниц.

Обращение процессора к ячейке виртуальной памяти, присутствующей в физической памяти, происходит обычным способом.

Если же затребованная область в данный момент не отображена в физической памяти, процессор вырабатывает внутреннее прерывание, по которому ОС программы организует замещение страниц, называемое свопингом (Swapping).

Когда все ячейки реальной ОП заняты, а для работы программ нужна память, менеджер виртуальной памяти ОС освобождает физическую память, перенося часть информации, которая давно не использовалась, в файл обмена.

Виртуальную память поддерживают процессоры, работающие в защищённом режиме, начиная с 80286, но реально её широко стали использовать только в ОС и оболочках для 32-разрядных процессоров.

В принципе файл подкачки может располагаться и на сетевом диске, но при этом трафик сети будет напряжённым. Вопросами организации виртуальной памяти занимается ядро ОС.

Концепция виртуальной памяти широко используется в многозадачных режимах ОС Windows 95/98, ME, 2000, XP и WINDOWS NT.

4.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему запоминание данных в ОП имеет временный характер?
2. Какие микросхемы динамической памяти известны?
3. Укажите разновидности статической памяти.
4. Перечислите модули для размещения памяти.
5. Какие разновидности памяти для длительного хранения Вы знаете?
6. Что такое стековая и виртуальная память?
7. Где располагается виртуальная память?

5. АРИФМЕТИЧЕСКО-ЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО

5.1. КОНСТРУКЦИЯ АЛУ

Рассмотрим ещё один набор логических составляющих процессора. К нему относится АЛУ. Описание работы дано в [10].

Обрабатываемая ЭВМ информация разделяется на слова, состоящие из фиксированного числа двоичных разрядов, например 32 двоичных разряда. В этом случае АЛУ должна уметь производить сложение, вычитание и т.д. со словами, состоящими из 32 двоичных разрядов. Из памяти поступают операнды (данные), и управляющий элемент указывает операции, которые необходимо выполнить. Для сложения в АЛУ поступают 2 числа, там происходит сложение и временно хранится сумма.

АЛУ состоит из двух регистров, сумматора и схем управления. Регистры – это ячейки быстродействующей памяти различной длины, состоят из набора триггеров. Накапливающий сумматор (аккумулятор) является основным регистром для арифметических и логических операций длиной в два машинных слова.

Схемы управления принимают по кодовым шинам инструкций управляющие сигналы от устройства управления и преобразуют их в сигналы для управления работой регистров и сумматора АЛУ.

АЛУ выполняет операции только над целыми двоичными числами.

В зависимости от ЭВМ, может быть несколько накапливающих сумматоров.

Числа хранятся в триггерах. Наиболее простой системой представления для двоичных запоминающих устройств является система представления целых чисел. Если есть 00001111 – это число 15, а 1.0001111 = -15

Если регистр 6-разрядный, то в нём можно хранить числа от 0 до $2^n - 1$, т.е. от 000000 до 111111. Это $63 = 2^6 - 1$, а если со знаком, то от $-(2^{n-1} - 1)$ до $+(2^{n-1} - 1)$, что соответствует интервалу от -111111 до +111111 или от -63 до +63 для десятичных чисел.

Двоичный полусумматор – это основной элемент, используемый в двоичных арифметических элементах. Функция полусумматора заключается в сложении двух двоичных цифр, в результате чего образуются сумма и перенос в соответствии с правилами двоичного сложения.

Входящие сигналы	Сумма
0 + 0	0
0 + 1	1
1 + 0	1
1 + 1	0 с переносом 1

Одноразрядный сумматор предназначен для сложения более двух двоичных цифр (см. табл. 8).

Таблица 8

Таблица работы одноразрядного сумматора

Вход X	Вход Y	Перенос из предыдущего, C_i	Выход, S	Перенос в следующий разряд, C_o
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Существуют 3 системы записи.

1. Отрицательные записи хранятся в прямом коде.

Пример: -0011 или 1.0011, где первая единица во второй записи говорит, что число отрицательное.

2. Обратный код.

Пример: для -0111 получаем 1.1000 – здесь первая единица – знак, 1000 – дополнение абсолютной величины до 1, получаемое отрицанием каждого бита.

3. Дополнительный код.

Пример: -0111 или 1.1001 – первая единица – знак, 1001 – дополнение его абсолютной величины до 2, т.е. отрицание всех битов абсолютной величины 0111 и добавление к младшему разряду 1.

Данные, хранящиеся в триггерном регистре, могут обрабатываться следующим образом.

1. Регистр может быть сброшен (триггеры установлены в 0).
2. Содержимое регистра может быть преобразовано в обратный код или в дополнительный код (для двоичных или десятичных данных).
3. Содержимое регистра может быть сдвинуто вправо или влево на один разряд или циклически сдвинуто.

Первый вид сдвига называется арифметическим. Он заставляет каждый бит перемещаться на одну позицию влево или вправо. Крайний бит просто теряется.

Другой вид сдвига называется циклическим: выпадающий бит помещается на противоположный конец регистра. Этот вид сдвига удобен для перемножения чисел и некоторых логических операций.

4. Содержимое регистра может быть увеличено или уменьшено на 1.
5. Передача содержимого одного регистра в другой регистр.
6. Сложение или вычитание данных, составляющих содержимое двух регистров.
7. Умножение или деление данных, составляющих содержимое регистров и сумматоров по специальным алгоритмам.

5.2. РЕАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ РС

5.2.1. Прерывания в реальном режиме

При выполнении выше перечисленных операций могут возникать какие-то ошибки. Их необходимо обрабатывать, иначе операционная система не будет знать, что делать и зависнет. А потому разработали специальные подпрограммы, которые обрабатывают создавшуюся ситуацию.

Они по ситуации определяют, на каком устройстве возникла ошибка и от этого устройства ОС даёт прерывание.

Есть программные и аппаратные режимы прерывания.

Программные инициируются специальной командой INT ассемблера, аппаратные – внешними событиями, асинхронными по отношению к выполняемой программе.

Аппаратные прерывания обычно инициируются аппаратурой ввода/вывода после завершения выполнения текущей операции.

Существуют также прерывания самого процессора: прерывания по ошибке деления, прерывания для пошаговой работы, немаскируемое прерывание.

Для их обработки используется таблица векторов прерываний. Эта таблица расположена в ОП, начиная с физического адреса 00000.

Она состоит из 256 элементов по 4 байта и занимает в ОП 1 Кбайт.

Элементы таблицы – дальние указатели на процедуры обработки прерываний.

Указатели состоят из 16-битового сегмента адреса процедуры обработки прерывания и 16-битового смещения.

Смещение хранится по младшему адресу, а сегментный адрес – по старшему.

Когда происходит программное или аппаратное прерывание, текущее содержимое регистров CS, IP, а также регистра флагов FLAGS записывается в стек программы, который, в свою очередь, адресуется регистровой парой SS : SP.

Регистры CS и IP получают новые значения из данных таблицы векторов прерываний. В зависимости от этих значений, управление передаётся на нужную процедуру обработки прерывания.

Перед входом в процедуру обработки прерывания принудительно сбрасываются флажки трассировки TF и разрешения прерываний IF.

Потому, если ваша процедура сама должна быть прерываемой, вам необходимо разрешить прерывания командой STI, иначе до завершения процедуры обработки прерывания все прерывания будут запрещены.

Завершив обработку прерывания, процедура выдаёт команду IRET, по ней из стека будут извлечены значения для CS, IP и FLAGS и загружены в соответствующие регистры. Далее продолжается выполнение программы.

Аппаратных маскируемых прерываний в IBM AT 16, они обозначаются IRQ0 – IRQ15.

В реальном режиме для обработки прерываний IRQ0 – IRQ7 используются векторы прерываний от 08h до 0Fh (см. табл. 2), а для IRQ8 – IRQ15 – от 70h до 77h.

5.2.2. Адресация памяти в реальном режиме

Адресация памяти может осуществляться в реальном и в защищённом режимах. Рассмотрим их [8].

Для работы с памятью используются две шины – шина адреса и шина данных.

Физически память устроена так, что возможна адресация как 16-, 32-, 64-битовых слов, так и байтов памяти. Здесь физический адрес передаётся из процессора по шине адреса.

Ширина шины адреса определяет максимальный объём физической памяти, непосредственно адресуемой процессором.

В компьютере IBM XT 20-разрядная шина адреса и 16-разрядная шина данных. Можно адресоваться к 216 байтам памяти.

Причем возможно адресоваться к байтам и словам размером 16 бит.

Сами адреса – шестнадцатиричные, а потому можно записать диапазон физических адресов для 20-разрядной шины адреса следующим образом:

00000h ≤ [физический адрес] ≤ FFFFFh,

т.е. 20 двоичных или 5 шестнадцатиричных разрядов, но регистры 16-разрядные, а не 20-разрядные, отсюда проблема представления адреса.

Приходится использовать 2-компонентный логический адрес, который состоит из 16-разрядных компонент: компоненты сегмента памяти и компоненты смещения внутри сегмента.

Перед сложением к компоненту смещения слева дописывается 4 бита со значением 0:

16 разрядов	4 разряда
Сегмент	0000
+	
4 разряда	16 разрядов
0000	Смещение
=	
20 разрядов	
Физический адрес	

Логический адрес принято записывать в форме:

«сегмент : смещение»

Есть логический адрес 1234h : 0123h.

Дописываем нули к сегменту: 12340h и к смещению 00123h, складываем 12340h + 00123h = 12463h.

Одному физическому адресу может соответствовать несколько логических адресов, т.к. 1245h : 0003h тоже 12453h!

В этом режиме вся память разбивается на сегменты.

Сегменты могут начинаться только с физического адреса, который кратен 16 байтам, а компонента смещения является смещением внутри сегмента памяти.

Сам сегмент памяти задается сегментной компонентой.

Логический адрес должен находиться в пределах:

0000h : 0000h ≤ [логический адрес] ≤ FFFFh : 000Fh.

Здесь логический адрес соответствует максимально возможному физическому адресу FFFFFh.

Физическая ширина адреса в процессорах I 80286 – 24 бита, а в процессорах I 80386 и I 80486 – 32 бита, потому при работе в реальном режиме используются 20 младших адресных линий от A0 до A19, остальные аппаратура компьютера блокирует.

Но есть возможность подключать адресную линию A20, т.е. адрес будет от FFFFh : 0010h до FFFFh : FFFFh и размер области старшей памяти увеличится ещё на 64 Кбайт без 16 байт.

MS-DOS в старшей памяти располагает своё ядро, но в файле конфигурации CONFIG.SYS должна быть строка DOS = HIGH для использования этой памяти.

Рассмотрим пример: 0002h – сегментный адрес, 0028 – смещение, но общий размер сегмента 64 Кбайт (от 00000h до 10020h).

Предполагается хранение сегментной компоненты адреса в сегментных регистрах: в CS – сегмент кода, в DS – сегмент данных, в ES – дополнительный сегмент данных, в SS – сегмент стека.

Компонента смещения может храниться в регистрах BX, BP, SI, DI, IP.

В этой схеме адресации два недостатка:

1. ограниченное адресное пространство до 1 Мбайт, причем примерно 64 Кбайт старшей области;
2. свободный доступ любых программ к любым областям данных, что опасно для целостности ОС.

5.3. РАБОТА МНОГОПРОГРАММНЫХ РС

5.3.1. Прерывания защищённого режима

Чтобы увеличить адресное пространство, в многопрограммных РС ввели понятие «защищённый режим». Он имеет свои прерывания.

Прерывания защищённого режима делятся на два типа – обычные прерывания и исключения.

Обычные – это программные и аппаратные прерывания.

Аппаратные прерывания инициируются внешним событием.

Исключение происходит в результате ошибки, возникающей при выполнении какой-либо команды, например, в программе происходит запись данных за пределами сегмента данных или используется для адресации селектор, не определенный в таблице дескрипторов.

Они соответствуют внутренним прерываниям реального режима, зарезервированным для процессора.

Когда процедура обработки исключения получает управление, флаг IF не изменяется. Поэтому в мультизадачном режиме остальные задачи продолжают выполняться.

5.3.2. Таблица прерываний защищённого режима

Обработка прерываний и исключений в защищённом режиме базируется на таблице прерываний, т.е. на таблице дескрипторов.

Таблица прерываний защищенного режима – это таблица, которая содержит вентили прерываний, вентили исключений и вентили задач.

Это дескрипторная таблица прерываний IDT (Interrupt Descriptor Table), содержащая 8-байтовые дескрипторы.

Поле TYPE вентиля прерывания (0, 1 и 2 бит) содержит значение, равное 6, а вентиля исключения – значение, равное 7.

Это три младших поля в полях доступа вентиля прерывания и вентиля исключения.

Резерв		Доступ			Селектор		Смещение	
16 бит		8 бит		8 бит	16 бит		16 бит	
Поле доступа вентиля прерывания:								
P	DPL	0	0		1	1	0	
7	6	5	4	3	2	1	0	
Поле доступа вентиля исключения:								
P	DPL	0	0		1	1	1	
7	6	5	4	3	2	1	0	

Рассмотрим таблицу табл. 9, которая иллюстрирует эти прерывания.

Расположение дескрипторной таблицы определяется содержимым 5-байтового внутреннего регистра процессора IDTR.

Он содержит 24-битовый физический адрес дескрипторной таблицы прерываний IDT и её предел.

Этот регистр загружают перед входом в защищённый режим.

Для обработки исключений зарезервирован 31 номер прерывания.

Перед передачей управления обработчику исключения процессор помещает в стек 16-битовый код ошибки, который программа может проанализировать и получить дополнительную информацию.

Формат кода ошибки имеет вид:

15	3	2	1	0
Индекс	TI	I	EXT	

Поле индекса содержит индекс дескриптора, при обращении к которому произошла ошибка.

Поле I = 1 говорит о том, что индекс относится к таблице IDT, а ошибка произошла при обработке прерывания или исключения.

Если I = 0, поле TI выбирает таблицу дескрипторов (GDT или LDT) по аналогии с соответствующим полем селектора.

Бит EXT устанавливается в том случае, если ошибка произошла не в результате выполнения текущей команды, а по внешним относительно выполняемой программы причинам.

В стеке помещаются только ошибки 08h, 0Ah, 0Bh, 0Ch, 0Dh, которые используются для обработки исключений. Здесь есть свойство повторной запусаемости.

Номера аппаратных прерываний в защищённом и реальном режимах не совпадают, так как для защищённого режима адреса от 08h до 0Fh используются для обработки исключений.

Но контроллер прерываний можно перепрограммировать на любой другой диапазон, например, аппаратные прерывания расположить сразу за прерываниями обработки исключений.

Таблица кодов прерываний

Код	Прерывание
00h	Ошибка при выполнении команды деления
01h	Прерывание для пошаговой работы в отладчиках
02h	Немаскируемое прерывание
03h	Прерывание по точке останова для отладчиков
04h	Переполнение, генерируется командой IN TO, если установлен флаг OF
05h	Генерируется при выполнении машинной команды BOUND, если проверяемое значение вышло за пределы заданного диапазона
06h	Недействительный код операции, или длина команды больше 10 байт
07h	Отсутствие арифметического сопроцессора
08h	При обработке исключения возникло еще одно исключение. Если возникает еще и III, то процессор переходит в состояние отключения, что приводит к перезапуску процессора
09h	Превышение сегмента арифметическим сопроцессором
0Ah	Недействительный сегмент состояния задачи TSS
0Bh	Отсутствие сегмента. Вырабатывается при попытке использовать для адресации дескриптор, у которого бит присутствия сегмента Р в памяти сброшен. Это прерывание используется для реализации механизма виртуальной памяти
0Ch	Исключение при работе со стеком. Может возникать в случае отсутствия сегмента стека в памяти или в случае переполнения (антипереполнения) стека
0Dh	Исключение по защите памяти. Возникает при любых попытках получения доступа к сегментам памяти, если программа обладает недостаточным уровнем привилегий
0Eh	Отказ страницы для процессоров I 80386 или I 80486, зарезервировано для I 80286
0Fh	Зарезервировано
10h	Исключение сопроцессора
11h-1Ah	Зарезервированы

После возврата процессора в реальный режим необходимо восстановить состояние контроллера прерываний. Это делается программно в BIOS.

5.3.3. Адресация памяти в защищённом режиме

По-другому организованы в защищённом режиме не только прерывания, но и сама оперативная память.

ОП делится не на сегменты, а на страницы, т.к. является виртуальной памятью (см. п. 4.7). В этом режиме тоже используется понятие физического

и логического адреса (виртуального), состоящего из компонент селектора и смещения. Содержимое селектора записывается в те же сегментные регистры, что и сегментный адрес в реальном режиме. Но преобразование логического адреса в физический адрес выполняется при помощи специальных таблиц преобразования адресов. Начиная с процессора I 80386, используется 3-ступенчатая схема преобразования адресов.

В процессоре I 80386 и более поздних моделях программы используют логический адрес, состоящий из селектора и смещения, но компонента смещения 32-разрядная. Уровень логического адреса – это I ступень, II ступень – получение из него 32-разрядного линейного адреса, который берётся из глобальной или локальной таблицы дескрипторов в зависимости от бита TI: TI = 0 – используется глобальная таблица дескрипторов (GDT), при TI = 1 используется локальной таблицы дескрипторов LDT. Значение из поля индекса селектора используется в качестве индекса в таблице LDT или GDT для выборки 32-разрядного базового адреса, который складывается со второй компонентой – смещением (эффективным адресом) (см. рис. 4).

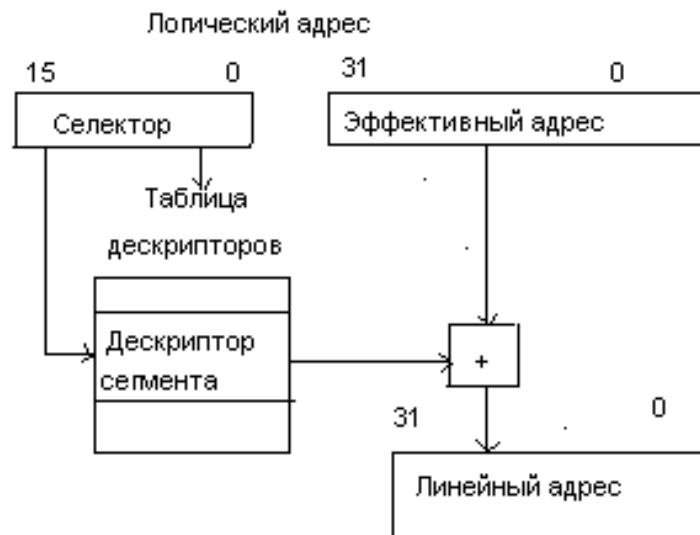


Рис. 4. Формирование линейного адреса в защищённом режиме

В результате получаем 32-разрядный линейный адрес.

Для получения из линейного адреса физического используется третья ступень – механизм страничной адресации. С его помощью 20 старших бит линейного адреса используются для выборки блока памяти размером 4 Кбайт, который называется страницей физической памяти. Оставшиеся 12 бит Offset линейного адреса дают смещение внутри страницы (см. рис. 5).

Старшие 10 бит Directory используются, как индекс в каталоге таблиц страниц, расположение которого в физической памяти определяется содержимым системного регистра процессора CR3. Здесь содержатся дескрипторы таблиц страниц, определяющие физический адрес таблиц страниц. В каталоге может быть 1 024 дескриптора. Самых же каталогов может быть сколько угодно, но в данный момент используется только один, на который указывает регистр CR3.

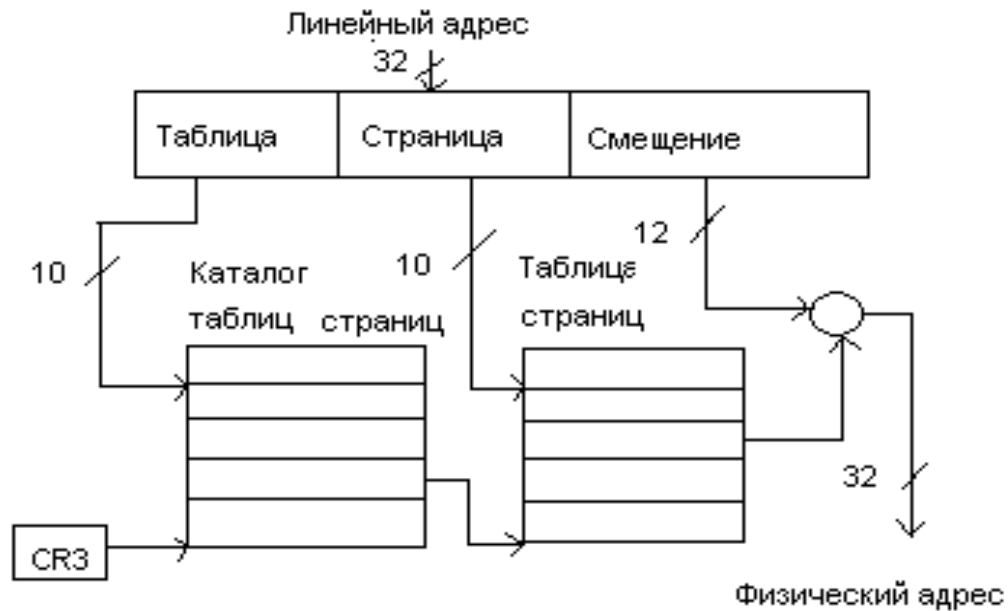


Рис. 5. Базовый механизм страничной адресации

Следующие 10 бит Table линейного адреса предназначены для индексации таблицы страниц. Последние выбираются с помощью старших 10 бит адреса. Таблица страниц содержит 1 024 дескриптора, определяющих физические адреса страниц памяти. Размер одной страницы 4 Кбайт, т.е. 4 096 байт. В процессорах Pentium III появилась возможность использования 36-битной физической адресации для страниц размером 4 Мбайт. Ранее не используемые биты каталога страниц хранят старшие 4 бит физического адреса, а бит 12 PAE используется для задания атрибута страниц.

В битах 13 - 16 младшие 12 бит Offset линейного адреса указывают смещение к адресуемому байту внутри страницы.

Процессоры P6 поддерживают расширение физического адреса PAE (Physical Address Extension) до 64 Гбайт. Это делает бит PAE в регистре CR4, а блок страничной адресации уже оперирует с 64-битными элементами, т.е. строка таблицы указателей на каталоги, строка каталога для страницы 4 Кбайт, строка таблицы для страниц 4 Кбайт и строка каталога для страниц 2 Мбайт 64-битные.

32-битный регистр CR3 хранит указатель на маленькую таблицу 64-битных указателей, находящуюся в первых 4 Гбайт памяти. Два старших бита линейного адреса выбирают из этой таблицы указатель на одну из 4 таблиц каталогов.

Следующие 9 бит [29:21] линейного адреса используются для выбора элемента из этой таблицы, который, в зависимости от бита PS, может быть как ссылкой на таблицу страниц (PS = 0), так и базовым адресом страницы памяти (PS = 1). При PS = 0 биты [20:12] линейного адреса выбирают страницу размером 4 Кбайт из таблицы, а биты [11:0] являются смещением в этой таблице (см. рис. 6).

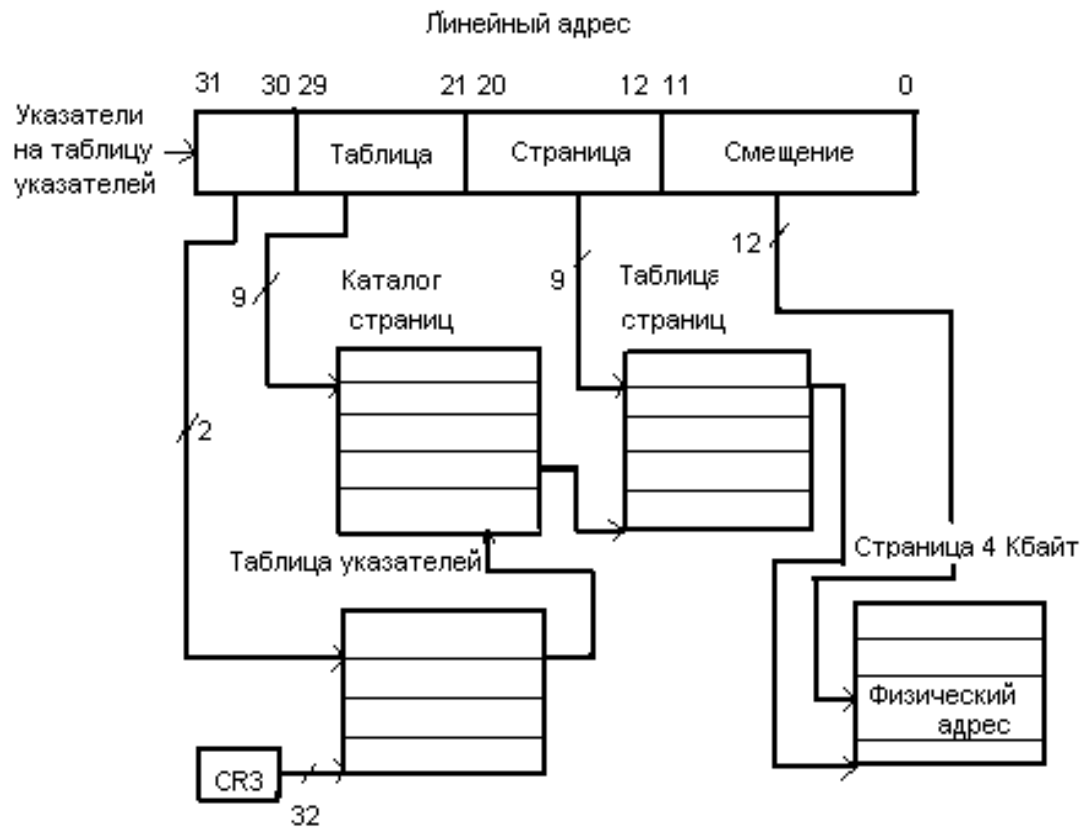


Рис. 6. Страничная переадресация в режиме PAE для страниц 4 Кбайт

При $PS=1$ биты $[20 : 0]$ линейного адреса являются смещением внутри страницы размером 2 Мбайт. И здесь бит PA_Ti задаёт атрибуты страниц (см. рис. 7).

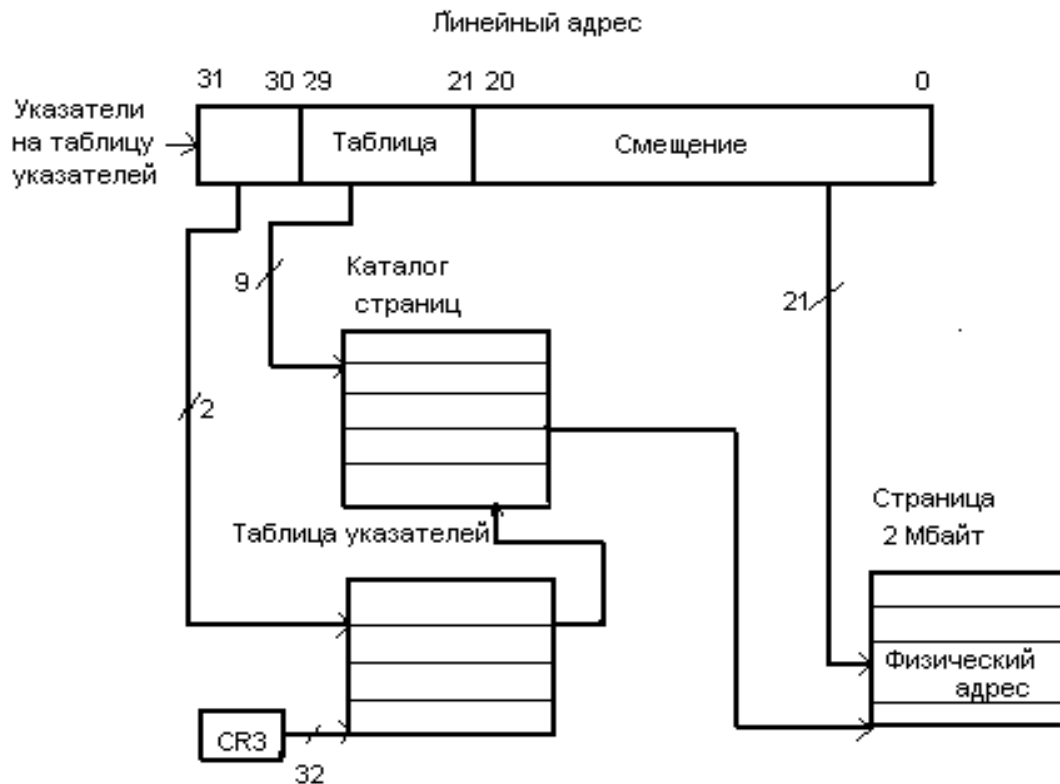


Рис. 7. Страничная переадресация в режиме PAE для страницы 2 Мбайт

5.4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где хранятся числа во время выполнения операций?
2. Как кодируют отрицательные числа?
3. Что такое таблица прерываний защищённого режима?
4. Какое максимальное значение имеет физический адрес в реальном режиме?
5. В каких пределах расположен логический адрес в реальном режиме?
6. Как вычислить адрес в защищённом режиме?
7. Что такое РАЕ?
8. Привести схему базового механизма страничной переадресации.
9. Какие ещё схемы адресации вы знаете?
10. Из каких компонент состоит логический адрес?
11. Привести схему формирования логического адреса.

6. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

6.1. ПАМЯТЬ НА ГИБКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ

Долговременным хранилищем информации является не только память. Это понятие охватывает множество различных видов устройств. Поскольку первой технологией запоминания, которая нашла широкое применение в ПК, был накопитель на дискетах, то РС был в основном сконструирован таким образом, чтобы иметь представление обо всех остальных устройствах хранения информации, включая CD-ROM и жёсткий диск. Время доступа для этих ЗУ составляет миллисекунды, а для элементов ОП – наносекунды.

Прежде чем переходить к запоминающим устройствам, которые кажутся РС похожими на диски, сначала следует получить представление о дисковых накопителях для РС. Первыми такими накопителями были дисководы гибких дисков (флоппи дисководы). Впоследствии появились жёсткие диски, а затем и сменные дисководы различных типов.

Рассмотрим важнейшие запоминающие устройства и соответствующие носители информации, которые необходимы системе для её нормального функционирования.

Все приводы РС не могут самостоятельно управлять обменом данными. В качестве посредника между приводом и РС используется контроллер.

Дисководы (Floppy Disk Drive, FDD) являются первыми из периферийных устройств РС. В качестве носителя информации применяются дискеты (Floppy) диаметром 3,5" и 5,25". Оба типа дисководов функционируют по одним принципам (см. [1]).

Первый дисковод разработал Алан Шугарт в 1967 году в лаборатории фирмы IBM в городе Сан-Хосе (штат Калифорния). Диск был диаметром 8" и размещался в защитном чехле. Его ёмкость была 1 Мбайт. С 1971 года начали такие разработки и другие фирмы. Диаметры дискет колебались от 2 до 12", но стандартом остались 8", 5,25" и 3,5".

Информация на дискете запоминается путём изменения её намагниченности. Изменение поля ориентирует магнитные частицы дискеты в направлении «север-юг» или «юг-север» – это состояние «1» и «0».

Конструктивно FDD состоит из рабочего двигателя, рабочих головок и управляющей электроники.

Двигатель включается только тогда, когда в дисковоме есть дискета и защёлкнута задвижка. Двигатель обеспечивает постоянную скорость вращения 300 об/мин или 360 об/мин.

Есть две комбинированные головки – для чтения и записи каждая. Они располагаются над рабочей поверхностью дискеты.

Позиционирование головок выполняется при помощи двух двигателей. Электронные схемы чаще размещены с нижней стороны дисковода. Они выполняют функции передачи сигналов к контроллеру, т. е. отвечают за преобразование информации, которую считывают или записывают головки.

На всех дисководах есть 2 разъёма для подключения к PC: 34- жильный плоский информационный подключают к контроллеру и питающий разъём +5 В, но по кабелю подают и +12 В для винчестера.

Нестандартные дисководы объединяют в одном корпусе FDD 5,25" и 3,5". Они идентичны по своим размерам дисководу FDD 5,25" и используются в корпусах Slimline – это дешевле, чем приобретать 2 дисковода, но здесь установлен жёсткий приоритет: FDD 5,25" – А.; FDD 3,5" – В.:

Появился новый стандарт для дискет 3,5" ёмкостью 2,88 Мбайт. Это EHD-дискеты (Extra High Density), но для них нужен свой дисковод и поддержка BIOS.

Для записи и чтения информации дискету разбивают на определённые участки, т.е. создаётся логическая структура. Это достигается форматированием дискеты. Дискета разбивается на 80 дорожек и 18 секторов. Дорожки – это сплошные концентрические кольца, а секторы – это как бы куски торта. В DOS в сектор записывают 512 байт, в других ОС свои размеры секторов.

Ёмкость дискеты вычисляют по формуле (она же используется и в винчестерах):

Ёмкости всей дискеты = число сторон * число дорожек на стороне * число секторов на дорожке * число байт в секторе.

Для FDD 3,5" ёмкость = $2 * 80 * 18 * 512 = 1\,474\,560$ байт, но пользователю доступен не весь объём, так как ОС разбивает дискету на две части: системную и область данных.

В системной области располагаются: загрузочная запись диска, 2 копии таблицы размещения файлов (FAT) и корневой каталог файлов.

Нулевая дорожка первого сектора нулевой стороны диска является загрузочным сектором – здесь находится программа для загрузки системы для системной дискеты.

Таблица размещения файлов (FAT) содержит описание дискеты. В FAT отражается каждое изменение данных, хранящихся на дискете. Для управления областью данных диска ОС разделяет её на кластеры.

Для каждого типа диска размер корневого каталога фиксирован. Каждый элемент каталога имеет длину 32 байт, в одном секторе размещают 16 элементов, а на дискете 3,5" выделено 14 секторов под корневой каталог: $16 * 14 = 224$ файла.

На жёстких дисках для корневого каталога обычно выделяют 32 сектора.

Диск может располагать файлы фрагментированно, это приводит к увеличению времени доступа, поэтому надо проводить дефрагментацию с помощью специальных утилит.

В последних моделях PC контроллер FDD интегрирован в Chipset, а на материнской плате есть специальный разъём для подключения кабеля. На 34-жильном кабеле есть 6 перекрученных жил для присвоения разных имён приводам FDD (это жилы с 10 по 16).

Современные контроллеры поддерживают 2 FDD, скорость обмена данными в них от 62 Кбайт/с до 125 Кбайт/с (последняя для дискет EHD).

6.2. ПАМЯТЬ НА ЖЁСТКИХ ДИСКАХ

Т.к. дискеты запоминают небольшой объём информации, то вынуждены были разработать ВЗУ с большим объёмом хранящихся данных – HDD.

Первый накопитель на жёстких дисках (Hard Disk Drive, HDD) называемый иначе «винчестер», установленный в PC, имел ёмкость 10 Мбайт, сейчас объём НЖМД уже достиг 500 Гбайт (см. [1]).

В 1979 году Файнис Коннер и План Шугарт основали фирму Seagate Technology и организовали выпуск жёстких 5" дисков. Первый ST-506 был ёмкостью 6 Мбайт, в 1982 году был разработан ST-412 ёмкостью 12 Мбайт.

Шугарт разработал интерфейс SCSI, используемый и сейчас.

Винчестеры имеют, по сравнению с дискетами, два достоинства:

1. Ёмкость намного больше (для хранения 420 Мбайт необходимо 290 дискет 3,5").

2. Время доступа на порядок меньше, чем для дискет.

Но винчестеры предназначены для стационарной установки в PC – это недостаток.

Все HDD с форм-фактором 3,5" имеют размеры корпуса 41,6 * 101 * 146 мм.

На всех PC типа Desktop применяют этот форм-фактор. Форм-фактор 5,25" используется сейчас редко.

Дисковод HDD половинной высоты (2,6") встречается тоже редко – он используется только в Notebook.

По конструкции НЖМД похож на дискету (см. рис. 8).

На НЖМД информация также записывается на магнитный слой диска, но сам диск сделан из жёсткого материала, чаще это алюминий. В корпусе из прессованного алюминия объединены такие элементы винчестера, как управляющий двигатель, носитель информации (диски), головки чтения/записи и электроника.

Винчестер состоит из нескольких одинаковых дисков, расположенных друг над другом. На каждый диск пара головок, которые позиционируются шаговым двигателем. Все головки перемещаются одновременно, а потому в логической структуре диска есть понятие цилиндра. Скорость вращения шпинделя у двигателя современного винчестера может быть 7 200 об/мин, 12 000 об/мин или 15 000 об/мин. Шпиндель вращается непрерывно, даже когда к нему нет обращения. Корпус герметичный, но вакуума в нём нет, иначе не было бы воздушной подушки. Головки не могут касаться поверхности – между ними есть расстояние примерно 0,00005 – 0,00001 мм. Внутри корпуса есть щель, которая снабжена микрофильтром для защиты от пыли.

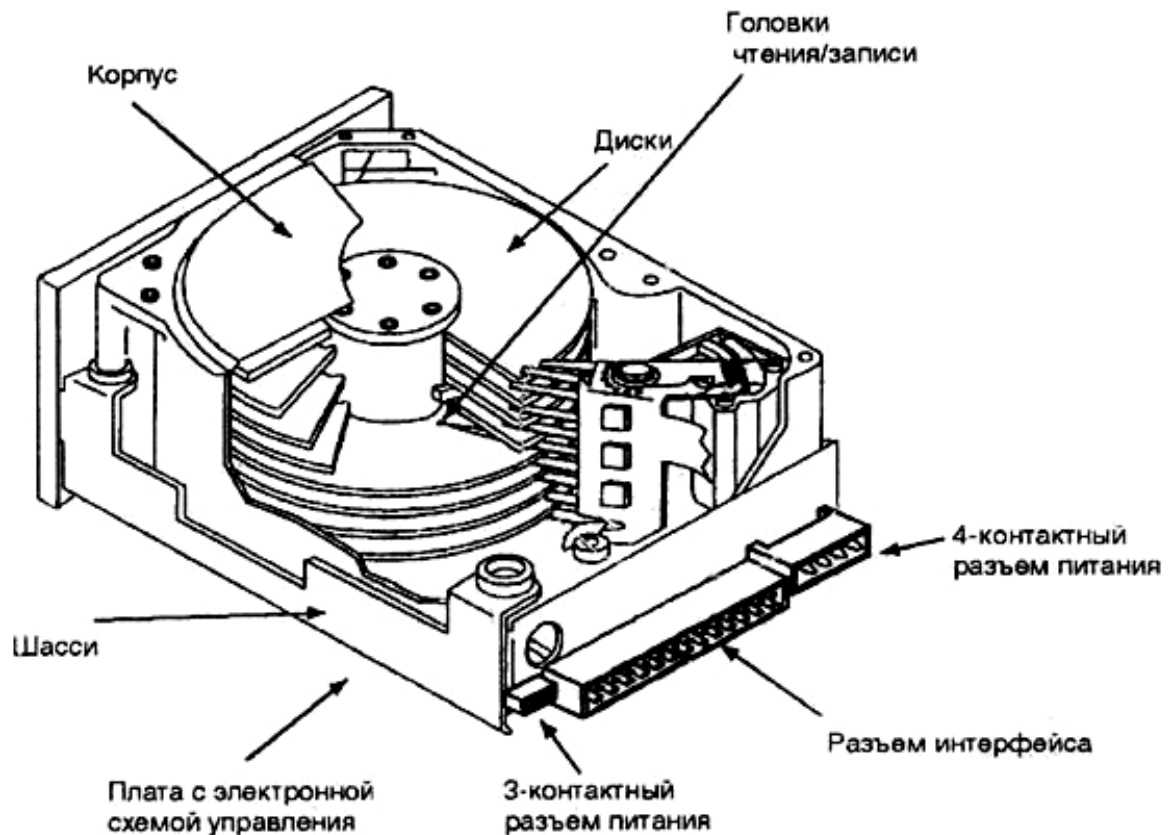


Рис. 8. Конструкция винчестера

Приводы жёстких дисков имеют следующую классификацию: MFM, RLL, ESDI, IDE, SCSI. Винчестер всегда соединён с контроллером, который выполняет приём, передачу и обработку сигналов от HDD.

Привод MFM использовался в PC типа XT и AT 286. Это винчестеры фирмы Seagate ST 225 объёмом 21,4 Мбайт и временем обращения 65 мс и ST 251 (42,8 Мбайт, 28 мс) – винчестер 5,25" половинной высоты (2,6").

Приводов **RLL**-винчестеров уже нет, но методы записи из них и сейчас используют почти во всех типах винчестеров. Был ST 238R, он не отличался от ST 225, но информация кодировалась по-другому.

Приводы **ESDI**-винчестеров подключают 34-жильным (управляющим) кабелем и 20-жильным (информационным) кабелем. Обычно они полной вы-

соты в корпусе 5,25". Они работают с числом секторов на дорожке до 53 и достигли ёмкости 100 Мбайт.

У винчестеров **AT-BUS IDE (Integrated Drive Electronics)** управляющая электроника (это видно уже из названия) расположена не в контроллере, а в винчестере. Здесь приём и передача сигналов максимально согласованы. Эти винчестеры связаны с контроллером 40-жильным плоским кабелем.

IDE HDD на низком уровне форматируют на заводе, а потому остаётся только:

- а) записать в CMOS Setup его параметры;
- б) разбить винчестер на разделы;
- в) отформатировать его средствами ОС.

Контроллер IDE HDD обрабатывает данные совместно с шиной ввода/вывода. А потому нужна их координация, т.е. частота тактового сигнала шины ввода/вывода должна соответствовать быстродействию HDD.

Частота здесь 10 МГц и выше, но всегда равна части тактовой частоты процессора, которая устанавливается в Standard CMOS Setup.

Контроллер SCSI для винчестера имеет самую высокую скорость обмена данными, но достоинство и в самой системе SCSI. Контроллер SCSI Host-адаптера может управлять не только винчестером, но и всеми периферийными устройствами, подключёнными к нему и поддерживающими протокол SCSI. Это могут быть приводы CD-ROM, сканеры, стримеры и т.п. (у них есть свой логический номер). У SCSI Host-адаптера есть встроенный BIOS, а потому нет обращения к BIOS PC. Он конфигурируется в CMOS Setup как Not Installed и подключается к контроллеру 50-жильным плоским кабелем. Сегодня минимальная ёмкость винчестера 2 – 3 Гбайт, но можно приобрести винчестер и объёмом до 500 Гбайт. Время для копии информации исчисляется 15 – 20 мс, но есть модели, где это время меньше 10 мс. Время позиционирования головок на дорожке равно 3 мс.

Максимальная скорость передачи данных = количеству секторов на дорожке * 512 * скорость вращения диска / 60.

Результат делят на 60, так как скорость вращения измеряется в об/мин, а результат – в байт/с. В контроллере винчестера есть своя кэш-память, которая хранит прочитанные с упреждением данные. Её объём может быть 512, 1 024, 2 048 Кбайт. Сегодня максимальный её объём 8 Мбайт.

Рассмотрим современные жёсткие диски, подключаемые к интерфейсу Serial ATA. Модель Western Digital WD 1 JD выпустила диск ёмкостью 149,1 Гбайт со скоростью вращения шпинделя 7 200 об/мин с объёмом кэша 8 Мбайт. У модели Maxtor MaxLine PlusII ёмкость 233,8 Гбайт при всех остальных таких же параметрах, а у модели Seagate BarracudaV ST3120023AS ёмкость только 111,8 Гбайт.

Сейчас очень широко используют внешние жёсткие диски. Рассмотрим несколько их моделей.

Модель WD Media Center WDXF2500JB имеет номинальный объём 250 Гбайт, интерфейс FireWire/USB 2.0 и формат 3,5 дюйма при скорости вращения 7 200 об/мин. Его габариты 219x154x44 мм.

Модель Maxtor One Touch имеет такие же параметры, но размеры 210x140x41 мм. Модель IDX ZIV2 Pro имеет интерфейс только USB 2.0 и габариты 125x72x11 мм.

Подключение к порту FireWire даёт лучшие результаты производительности, чем к USB 2.0, т.к. по-разному организована передача данных.

Французская компания Archos выпустила самый маленький внешний накопитель на основе жёсткого диска ARCDISK. Его вес 40 г, а размеры 47,5x43,5x14 мм. Подключают к компьютеру через интерфейс USB 2.0, не требует внешнего питания и способен вместить в себя 4 Гбайт информации.

Фирма Hitachi разработала жёсткий диск Deskstar 7K500. Подключается интерфейсом S-ATA II. Содержит 5 пластин и 500 Гбайт информации.

6.3. УСТРОЙСТВА МАССОВОЙ ПАМЯТИ НА СМЕННЫХ НОСИТЕЛЯХ

6.3.1. Дисководы лазерных дисков с приводом CD-ROM

Компакт-диски CD (Compact Disks), использовавшиеся для аудиоаппаратуры, были модифицированы для применения в PC.

Рассмотрим самые распространённые устройства массовой памяти на сменных носителях. Описание их работы приведено в [1].

Самым распространённым является CD-ROM.

Приводы CD-ROM работают не так, как все электромагнитные носители информации. При записи компакт-диск обрабатывается лазерным лучом (без механического контакта), выжигаящим тот участок, который хранит единицу, и оставляет нетронутым тот участок, который хранит логический ноль. В результате чего на поверхности образуются маленькие углубления – так называемые питы (Pits).

Толщина компакт-диска составляет 1,2 мм, а диаметр – 120 мм. Диск изготавливается из поликарбоната, который покрыт с одной стороны тонким металлическим отражающим слоем (алюминия, реже золота) и защитной плёнкой специального прозрачного лака.

Недостаток HDD состоит в том, что он жёстко закреплён внутри системного блока, а иногда необходимо переносить устройство на другие PC.

Дисководы CD-ROM обслуживают лазерные диски CD-ROM, а также лазерные аудиодиски CD-R или CD-RW. Объём информации CD-ROM 650 Мбайт и 700 Мбайт.

Недостатки:

а) нет записи;

б) одна дорожка в форме спирали от внутренней области к периферии.

Вставляют в отсек 5,25". Скорость считывания у них сравнивается с аудиодисками – они приняты за единицу измерения. Их скорость 150 Кбайт/с. У CD-ROM стоит, например, 24х, т.е. $24 * 150$ Кбайт/с. В последних моделях скорость достигает уже 52х.

Поверхность разделена на 3 области.

1. Входная директория (Lead in) – область в форме кольца, ближайшего к центру диска (ширина 4 мм). В ней содержится оглавление, адреса записей, число заголовков, суммарное время записи (объём), название диска.

2. Область данных.

3. Выходная директория (Lead out) имеет метку конца диска.

Т.к. в системной области записаны сразу адреса файлов, то для доступа к данным необходимо преобразование форматов. Это делает специальный драйвер MSCDEX.EXE. Второй драйвер специализированный и поставляется вместе с приводом.

6.3.2. Приводы лазерных дисков с функцией записи

Диск CD-R допускает одну запись (Recordable), а на CD-RW (CD-Rewritable) можно писать многократно. Также обозначают и приводы для них.

На CD-R отражающий слой выполнен из золотой или серебряной плёнки. Между ним и прозрачной поликарбонатной основой расположен слой из органического материала, темнеющего при нагревании. Здесь лазерный луч нагревает точки записи, они темнеют и не пропускают свет к отражающему слою, что аналогично пятнам. Может использовать набор дорожек различных типов.

Запись в CD-R должна идти непрерывно, иначе диск портится. Она ведётся при помощи специальных программ – Easy CD Creator, Nero, CD Publisher и т.п. Для чтения дисков CD-RW на приводе должна быть спецификация Multi Read, а это поддерживается аппаратно – должен быть привод с автоматической регулировкой усиления фотоприёмника.

Запись дисков CD-R и CD-RW выполняется при помощи специальных программ, поддерживающих различные режимы записи, которые, в свою очередь, связаны с физическими и логическими форматами, в которых записывается диск. Существует три основных режима записи Track-at-Once (TAO), Disc-at-Once (DAO) и Packet Writing.

В режиме TAO (одна дорожка за один приём) записывающий лазер выключается после записи каждой дорожки и снова включается, если надо записать ещё одну. Дорожки разделяются промежутками – сериями специальных блоков run-in, run-out и link, предназначенных для связывания дорожек между собой. Стандартный промежуток между дорожками содержит 150 таких блоков (2 с). Все современные приводы CD-R поддерживают этот режим, но в новых моделях размер промежутка между дорожками можно установить вручную, если есть соответствующее программное обеспечение. Его можно установить в диапазоне от 0,03 до 8 с. В режиме TAO записывают многосессионные диски формата CD-ROM, допускающие последующую дозапись данных.

В режиме DAO (весь диск за один приём) одна или более дорожек записываются без выключения лазера и диск закрывается. Это диски CD-ROM с любым файловым диспетчером, но дозапись здесь осуществить невозможно, т.к. требуется чистый диск.

Режим Packet Writing записывает данные порциями по 7 блоков. Этот метод основан на стандартной спецификации UDF. Лазер здесь включается и отключается в промежутках между блоками, записывая 2 run-out, 4 run-in и 1 link. Данные помещаются в буфер, а если данные закончатся, то лазер отключится, а при появлении данных запись продолжится с места, где была прервана. В этом режиме пакет данных может быть фиксированной или переменной длины. Фиксированная длина подходит для дисков CD-RW, т.к. там поддерживается выборочное стирание, но пакет размером 32 Кбайт, что приводит к расточительному использованию пространства на диске. Стандартная ёмкость дисков CD-RW, отформатированных под этот режим только 500 Мбайт. Режим переменной длины используется в дисках CD-R, т.к. в них не контролируется свободное пространство.

Помимо сессионного метода для записи CD-RW может применяться и предварительное форматирование, что позволяет использовать его как обычный сменный диск и не требуется ничего другого, кроме драйвера привода с поддержкой файловой системы UDF (например, Adaptec Direct CD) и программы начальной разметки.

Система UDF поддерживается с Windows'98. Дисковод CD-RW позволяет работать с любым лазерным диском. Но скорость ниже, чем у CD-ROM: 48x (в последних моделях есть и 52x), а скорость записи в 2 – 3 раза ниже скорости чтения.

6.3.3. Лазерные диски повышенной плотности

Диск DVD (Digital Versatile Disk) – цифровой многоцелевой диск. Тип, как у CD, но плотность записи выше – ёмкость самого простого DVD примерно 4,7 Гбайт. Виды дисков DVD-ROM, DVD-R, DVD+R и DVD-RAM.

Последний является перезаписываемым с объёмом 2,6 Гбайт и скорости перезаписи 4x, 8x, 12x, 16x или 24x. Работа всех DVD описана в [1].

Диск DVD-R и DVD+R – записываемый диск с ёмкостью 3,9 Гбайт.

Диск DVD-ROM штампованный. Он может быть двухслойным и двухсторонним – на разной глубине своя информация.

Рассмотрим, как они маркируются: однослойные – SL (Single Layer), односторонние – SS (Single Sided), двусторонние – DS (Double Sided), двухслойные – DL (Double Layer).

Двухслойный диск увеличивает ёмкость в 1,8 раза, а двухсторонний – в 2 раза.

Примеры: DVD5 (SS/SL – 4,7 Гбайт); DVD9 (SS/DL – 8,5 Гбайт), DVD10 (DS/SL – 9,4 Гбайт), DVD18 (DS/DL – 17 Гбайт).

Лазерные диски чаще используются для записи видеофильмов со встроенной локализацией.

Появились новые комбинированные приводы, совмещающие в себе CD-ROM, CD-RW, DVD-R, DVD+R и DVD-RW.

6.3.4. Дисководы ZIP, JAZ, ORB

Диски, обслуживаемые устройством ZIP, по объёму больше обычных дискет, но используется технология магнитных носителей.

Дисководы ZIP бывают с объёмом 100, 250 и 750 Мбайт (см. [1]).

Последние два дискоида совместимы с дисками 100 Мбайт, но работают медленно. К PC подключают через интерфейсы IDE, SCSI или через параллельный порт. Последнее подключение снижает производительность.

Дисковод ZIP-250 выпускает фирма IOMEGA. Он снабжён интерфейсом IDE и является стандартным устройством, которое распознаётся системой Windows.

Фирма IOMEGA выпускает ещё дисковод JAZ, но он с жёсткой дисковой пластиной, а ZIP – с гибкой. Ёмкость JAZ 540, 1 070 Мбайт и 2 Гбайт.

Есть ещё дисковод ORB Drive фирмы Castlewood – разработан в 1997 году. Его ёмкость – 2 Гбайт, скорость чтения данных – до 12 Мбайт/с.

Скорость вращения 5 400 об/мин. Поддерживает все существующие интерфейсы.

6.3.5. Дисковод LS-120

Дисковод LS – Laser Servo работает со специальными магнитными дисками. Для разметки диска и позиционирования головок используют лазерный оптический привод. Обмен данными ведётся записью и считыванием с обычной магнитной дорожки. Параллельно ей проложена специальная серводорожка, которая используется для позиционирования головок. Объём 120 Мбайт. Иначе его называют Floptical дисковод. Его достоинство – совместимость со стандартными дискетами 1,44 Мбайт. В качестве интерфейса используется параллельный порт или IDE. В последнем случае он может быть загрузочным.

6.3.6. Дисковод магнитооптических дисков

Этот диск чаще всего используется в рекламе или дизайнерском бюро.

Привод магнитооптических дисков МО – Magneto Optical представляет собой магнитный носитель с оптическим и лазерным управлением [1].

Существуют следующие форматы МО дисков:

- односторонние диски 3,5" (ёмкость 128 и 230 Мбайт);
- двухсторонние диски 3,5" (ёмкость 600 и 650 Мбайт);
- 2,5" диски Mini Disk Date фирмы SONY (ёмкость 140 Мбайт);
- 12" диски фирмы Maxell – односторонние объёмом 3,5 Гбайт и двухсторонние объёмом 7 Гбайт (используются в системах архивирования и в библиотеках);
- 5,25" диски фирмы Hitachi (объём 1,7 и 2 Гбайт).

В них дорожки с информацией образуют единую спираль, разделённую на секторы.

Для МО дисков малой ёмкости используется технология CAV – постоянная угловая скорость (Constant Angular Velocity), а для дисков большого объёма – ZCAV (Zoned CAV) – зонная постоянная угловая скорость. Они могут быть встроенными и внешними.

Принцип записи информации в дисководах магнитооптических дисков аналогичен тому, что применяется в НЖМД, но область записи предварительно нагревается лазерным лучом. После остывания перемагнитить невозможно. Скорость чтения 3 – 4 Мбайт/с. Считывание обычным способом, а потому запись медленнее считывания.

Могут подключаться через интерфейсы SCSI, IDE, параллельный порт или USB.

6.4. УСТРОЙСТВА ФЛЕШ-ПАМЯТИ

Это энергонезависимые запоминающие устройства, используемые для долговременного хранения информации с возможностью многократной перезаписи. Есть описание в [1]. Внешне они представляют собой прямоугольные картриджи. Это металл-нитридные микросхемы, изобретённые в начале 80-х годов фирмой Intel. При работе указатели перемещаются на начальный адрес блока, затем байты данных передаются в последовательном порядке с использованием стробирующего сигнала. Стирание всего блока производится отдельным сигналом. Стирание, считывание и запись производятся электрическими сигналами, а не лазером. В современных устройствах имеются программные или аппаратные средства формирования виртуальных блоков, обеспечивающие запись информации поочерёдно в разные области флеш-памяти. Ёмкость флеш-дисков, изготавливаемых на основе многоуровневых ячеек на базе логических схем NAND (НЕ-И, штрих Шеффера) достигает нескольких гигабайтов. Многоцелевую флеш-память на базе Super Flash (SF) разработала компания Silicon Storage Technology со временем доступа 90 нс, временем стирания сектора 36 мкс, стиранием всей ИС 140 мкс. Потребление тока в активном режиме – 5 мА, в режиме ожидания – 1 мкА при напряжении 1,95 В. Выпускаются в 48-контактных корпусах.

Фирма M-Systems разработала DIP-микросхему с 32 контактами.

Сейчас уже используют третье поколение чип ёмкостью 2 Гбит, 130 нм.

Флеш-память используют в качестве альтернативных HDD твердотельных дисков с интерфейсами ATA (IDE), Serial ATA, USB, IEEE 1394 и др.

Конструктивных вариантов исполнения флеш-памяти существует много.

ATA Flash (PC Card ATA). Их ёмкость до 1 Гбайт, габариты 85,6*54*33 мм с 68- контактным разъёмом и ATA-контроллером. Выпускается трёх типов, отличающихся толщиной: 3,3; 5,0 и 10,5 мм.

Compact Flash (CF) тоже имеет две модификации:

CF Type1 разработан в 1994 году фирмой SanDisk и имеет размеры 42,8*36,4*3,3 мм, вес 10 г и разъём на 50 контактов, а потому требует переходник на 68 контактов. Ёмкость карт выпуска 2002 года фирмы Netac до 512 Мбайт со скоростью чтения 1 Мбайт/с, а скорость записи – 0,9 Мбайт/с.

CF Type2 толщиной 5 мм и ёмкостью до 4 Гбайт. Скорость чтения-записи – 1,4 Мбайт/с.

Smart Media (SM) – твёрдотельный диск фирмы Toshiba размерами 45,5*37*0,76 мм весом 2 г. Имеет разъём с 22 контактами без контроллера. Объём 128 Мбайт со скоростью обмена 512 Кбайт/с.

xD-Picture – усовершенствованный **SM**, размер карты 25*20*1,7 мм, вес 2 г, ёмкость 256 Мбайт, скорость передачи до 3 Мбайт/с.

MultiMedia Card (MMC) поставляется фирмами SanDisk и Siemens с конца 1997 г. Ёмкость карт до 256 Мбайт, размер 32*24*1,4 мм, вес 2 г. Скорость чтения до 2 Мбайт/с, записи – до 512 Кбайт/с.

Secure Digital Card (SD) предложен в 1999 году фирмой Panasonic. Размер карт 32*24*2,1 мм, вес около 2 г. Ёмкость до 1024 Мбайт, скорость обмена – 6 Мбайт/с 9-ти контактный. В 2005 году обещаны версии карты на 4,8 и 16 Мбайт. Сейчас для них выпускаются дисководы для подключения к компьютерам. Компания TDK Marketing представила считыватель серии Media Reader с интерфейсом USB2 для флеш-карт форматов SD, MMC, CF, IBM Microdrive (питание через шину USB).

6.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как происходит запись на НГМД?
2. Как вычислить ёмкость дискеты?
3. Что расположено в системной области НГМД?
4. Какова конструкция НЖМД?
5. Какие приводы НЖМД существуют?
6. Какие ещё устройства массовой памяти Вы знаете?
7. Какие диски повышенной плотности Вы знаете?
8. Что выпускает фирма IOMEGA?
9. Как происходит запись на лазерный диск?

7. ВИДЕО- И АУДИОСИСТЕМА РС

7.1. ДИСПЛЕЙ С ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКОЙ

В настоящее время существует большое количество видео-, аудиосистем и мониторов для отображения информации на экране и озвучивания её.

Для связи пользователя с РС было разработано специальное устройство, которое отображало запросы пользователя и ответы на них РС.

Таким устройством в РС является монитор. Работа описана в [1].

С точки зрения принципа действия, все мониторы для РС делят на:

- а) мониторы на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ);
- б) на основе жидкокристаллических экранов (плоско-панельные мониторы).

Первая группа является наиболее распространённой из-за низкой цены и простого принципа действия: испускаемый электронной пушкой пучок электронов, попадая на экран, покрытый люминофором, вызывает его свечение. На пути пучка электронов обычно находятся дополнительные электроды: модулятор, регулирующий интенсивность пучка электронов и связанную с ней яркость изображения, фокусирующий электрод, определяющий размер светового пятна, а также размещённые на горловине ЭЛТ катушки отклоняющей системы, позволяющие изменять направление пучка.

На экране монитора любое текстовое или графическое изображение – это набор дискретных точек люминофора, называемых пикселями. Минимальный элемент изображения называют растром, а мониторы – растровыми. Электронный луч в этом случае периодически сканирует экран, образуя на нём близко расположенные строки развёртки. По мере движения луча по строкам видеосигнал, подаваемый на модулятор, изменяет яркость светового пятна, образуя на экране изображение.

Разрешающая способность монитора определяется числом элементов изображения, которые он способен воспроизводить по горизонтали и вертикали. Например, 640 * 480 или 1024 * 768 пикселей. Если этот видеосигнал является непрерывным по времени, то монитор тоже будет аналоговым, но первые мониторы были цифровыми. Управление в цифровых мониторах осуществлялось двумя сигналами: логической единицей («да») и логическим нулём («нет»). Уровень «1» около 5 В, а у «0» – 0,5 В. Такие уровни у микросхем TTL (Transistor Transistor Logic), поэтому такие мониторы называют ещё TTL-мониторами. Первые из них были монохромные, а сейчас все цветные. Сигналы управления в монохромных мониторах формируются графическими картами стандарта MDA, Hercules или EGA.

У стандарта Hercules одна электронная пушка и анодное напряжение 15 КВ, а потребляемая мощность 30 Вт. Они подключаются к РС 2-рядным и 9-контактным штекером типа «вилка», а аналоговые (VGA и выше) – 3-рядным 15-контактным.

Кинескоп цветного монитора имеет 3 пушки, различающиеся по цветам: Red (красный), Green (зеленый) и Blue (синий). Он с отдельным управлением. Ещё его называют RGB-монитор. Современные аналоговые мониторы так называют из-за цветов, а аналоговый или цифровой сигнал – значения не имеет. Цифровые RGB-мониторы подключают к видеокартам стандарта CGA и EGA. Размер палитры зависит от количества двоичных сигналов, используемых для управления электронными пушками. На CGA 3 основных и 1 дополнительный (Intensity, I). Последний тип кинескопа изменяет интенсивность всех 3 пушек одновременно. Модуль для этого варианта – IRGB отображает $2^4 = 16$ цветов.

В EGA 3 основных и 3 дополнительных (r, g, b) двоичных сигнала для индивидуальной регулировки каждого цвета: модель RrGgBb, может отобразить $2^6 = 64$ оттенка цвета, но отображаются из-за малой видеопамати только 16 цветов. Аналоговые мониторы работают со стандартами VGA и более поздними: разрешение 640*480 пиксел и выше. Для получения изображения

в них используют напряжение от 0 до 0,7 В. Аналоговые мониторы есть и монохромные, но с большим количеством серых оттенков (меньше и дешевле, а потому их тоже используют). Видеосигнал на аналоговый монитор подают через 15-контактный 3-рядный D-образный разъём (стандартный разъём VGA), но из-за более широкой полосы частот видеосигнала у аналоговых мониторов провода 1-6, 2-7 и 3-8 используют как витые пары, а бит идентификации говорит о типе монитора (цветной или монохромный).

Для формирования раstra луч движется по зигзагообразной траектории от левого верхнего угла до правого нижнего. Прямой ход по горизонтали осуществляется сигналом строчной развёртки, а по вертикали – кадровой. Перевод луча из крайней правой точки строки в крайнюю левую точку следующей строки (обратный ход луча по горизонтали) и из крайней правой позиции последней строки экрана в крайнюю левую позицию первой строки (обратный ход луча по вертикали) происходит с помощью специальных сигналов обратного хода. Здесь частота обновления изображения 25 Гц.

В соответствии с особенностями человеческого зрения, в ЭЛТ цветного монитора для получения изображения используют три электронные пушки, у которых отдельные схемы управления. На внутреннюю поверхность экрана наносят люминофор трех цветов: красный, синий, зелёный – есть специальная цветоделительная маска.

В современных мониторах 4 типа ЭЛТ:

а) с теневой маской (Shadow mask) и дельтообразным расположением электронных пушек (рис. 9а);

б) ЭЛТ с улучшенной теневой маской (Enhanced Dot Pitch) и планарным расположением электронных пушек (как у фирмы Hitachi) (рис. 9б);

в) ЭЛТ со щелевой маской (Slot mask) – используется в мониторах фирмы NEC и называется Cromaclear (рис. 9в);

г) ЭЛТ с апертурной решёткой (Aperture grill) – ЭЛТ типа Trinitron фирмы Sony Diamond Tron, фирмы Mitsubishi и Sonic Tron фирмы View Sonic (рис. 9г).

Теневая маска – это металлическая пластина из инвара с системой отверстий, соответствующих точкам люминофора.

Апертурная решётка образована системой щелей. Чёткость изображения лучше при меньшем размере точки люминофора. Расстояние между этими точками на экране называют зерном (от 0,21 до 0,41 мм). Монитор 14" по диагонали 265 мм, а режим 640 * 480 требует в линии отобразить 640 точек, поэтому расстояние между зерном будет $265/640 \sim 0,41$ мм.

Рассмотрим характеристики, определяющие качество монитора.

1. Диагональ экрана. Она измеряется в дюймах и указывает на расстояние между левым нижним и правым верхним углом экрана. Есть регулировки H-Size-размера по горизонтали, V-Size-размера по вертикали.

2. Размер зерна экрана – для теневой маски это шаг точки, а для апертурной решетки – шаг полосы.

3. Возможность установки параметров – однажды установленные регулировки геометрических параметров изображения для соответствующих зна-

чений частот развёрток и разрешений, запоминаются, чтобы повторно не настраивать.

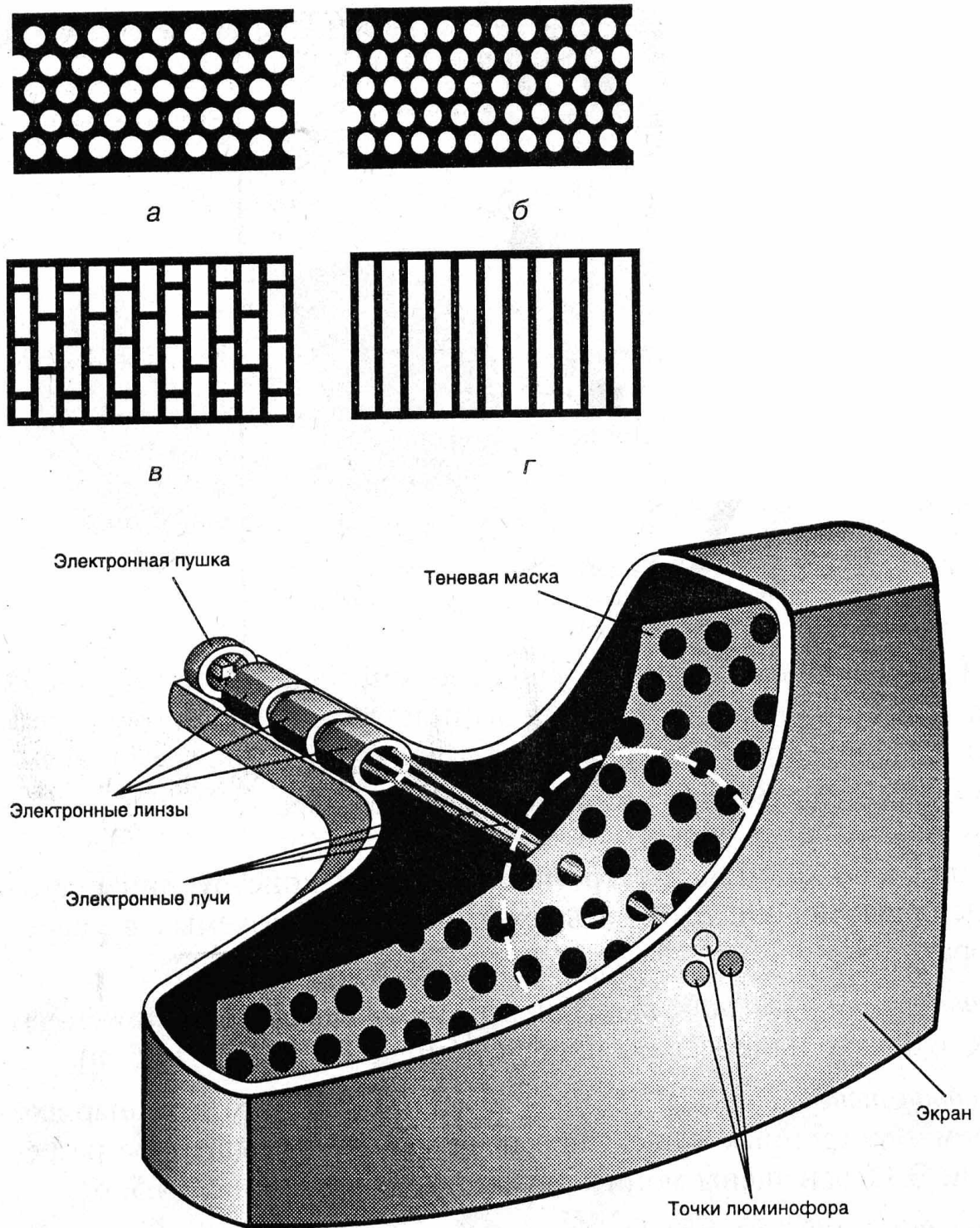


Рис. 9. Типы ЭЛТ и кинескоп с теневой маской

4. Разрешение — аналоговые мониторы должны обеспечивать разрешение не ниже $1\,024 \times 768$, а мультчастотные — до $1\,280 \times 1\,024$ и выше (пусть пока ваша видеокарта не обеспечивает этот размер, проще карту заменить).

5. Тип ЭЛТ. Сегодня предпочтительнее Black Trinitron, Black Matrix или Black Planar, но они восприимчивы к свету.

6. Искажения. Смотреть, чтобы круг был кругом, а прямоугольник не с углами, меньшими 90^0 . Следует обратить внимание на искажения, которые возникают при резких светло-тёмных переходах (тянучки) – искажение должно быть не более 3 мм, а нормальное 1 – 2 мм.

7. Частота переключения – при переходе из графического режима в текстовый режим не должно появляться вспышек раstra.

8. Потребляемая мощность для 14" не превышает 60 Вт, но при большей диагонали больше и мощность.

9. Антибликовое покрытие – это плёнка на экране с голубым оттенком из специального химического вещества, которая не даёт отражаться свету от поверхности.

10. Защитные фильтры – они бывают сеточные, плёночные и стеклянные (их защитные свойства и цена возрастают в порядке перечисления).

11. Частота кадров и частота строк 72 МГц (считается самой благоприятной для глаз частотой).

Мониторы с сеточным покрытием экрана практически не защищают от электромагнитного излучения и статического электричества. Их размещают поверх экрана, что ухудшает контрастность.

Мониторы с плёночным покрытием не защищают от статического электричества, но повышают контрастность, поглощают ультрафиолетовое и, частично, рентгеновское излучение. Среди них есть модели с поляризацией.

Существует несколько модификаций стеклянных мониторов.

Мониторы с покрытием из простого стекла снимают статику, ослабляют низкочастотные электромагнитные поля, снижают интенсивность ультрафиолетового излучения и повышают контраст. Такие фильтры есть с категорией полной защиты. Здесь стекло легируют атомами тяжелых металлов.

Мониторы класса Low Radiation сделаны из специального стекла, которое ослабляет все виды излучения – это аналогия защитного экрана. Снижение электростатического потенциала достигается использованием специальных экранирующих материалов, соединённых с заземляющим проводом.

7.2. ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МОНИТОРЫ

Для устранения большой массы мониторов, их размеров и энергопотребления были разработаны малогабаритные дисплеи на основе жидких кристаллов – ЖК-мониторы – они совершенно плоские, а потому эти мониторы ещё называют плоско-панельными. Используются как в Notebook, так и в обычном РС. Работа описана в [1].

В них экран состоит из двух панелей, между которыми залит слой жидкокристаллического вещества. Экран представляет собой совокупность отдельных ЖК-ячеек, каждая из которых обычно выдаёт 1 пиксел изображения, но здесь ячейка не генерирует, а управляет интенсивностью проходящего света. Для этого в них используют подсветку. ЖК-ячейка – это электронно-

управляемый светофильтр. Жидкокристаллическое вещество имеет молекулы вытянутой формы – неметаллические, что позволяет их упорядочивать. Если на подложку нанести мелкие бороздки, то молекулы ЖК-вещества будут ориентироваться вдоль этих бороздок. Другим важнейшим свойством является зависимость ориентации этих молекул от направления внешнего электрического поля.

В технологии **Twisted Nematic** ориентирующие канавки развёрнуты относительно друг друга на 90^0 . Если к подложкам приложить напряжение 3 – 10 В, то между ними возникает электрическое поле, и молекулы располагаются параллельно его силовых линий, поворота плоскости поляризации проходящего через них света не происходит, а потому плоскость поляризации света не совпадает с плоскостью поляризации анализатора (нижней подложки), и ЖК-ячейка оказывается непрозрачной.

Подсветку ЖК-экранов делают электролюминесцентными лампами с холодным катодом сзади или по бокам экрана. Для цветного изображения используют триады ячеек, каждая из которых пропускает через светофильтр только один из основных цветов.

Усовершенствованная технология – **Super Twisted Nematic**. Чтобы улучшить контрастность изображения, угол закручивания молекул увеличили до 120^0 , а затем до 270^0 . После появилась технология Dual Super – Twisted Nematic, где используются сразу 2 ячейки, последовательно поворачивающих плоскость поляризации в противоположных направлениях, а проблему низкого быстродействия решили использованием двойного сканирования, т.е. весь экран разбивается на чётные и нечётные строки, обновление которых происходит одновременно.

Радикально повышено быстродействие ЖК-ячеек и контрастность в технологии активных ЖК-ячеек.

От обычной (пассивной) активная ЖК-ячейка отличается наличием собственного электронного ключа, выполненного на транзисторе, который позволяет коммутировать более высокое (десятки вольт) напряжение, используя сигнал низкого уровня (0,7 В) – это снизило засветку соседних пикселей.

Электронные ключи сделаны по тонкоплёночной технологии, поэтому ЖК-экраны называли (по аналогии с тонкоплёночными транзисторами) TFT-экраны (Thin Film Transistor – тонкоплёночный транзистор). Они разработаны фирмой Toshiba.

Здесь каждый элемент матрицы образован тремя тонкоплёночными транзисторами и триадой управляемых ими ЖК-ячеек, которые пропускают через светофильтр только один из основных цветов.

Характеристики жидкокристаллических мониторов немного отличаются от мониторов с ЭЛТ.

1. Размер и ориентация экрана от 13 до 16", практически совпадает с растром, но здесь возможна ориентация как ландшафтная (обычная), так и портретная. Это достигается обычным поворотом экрана на 90^0 , но ориентация изображения не меняется.

2. Поле обзора характеризуется углами обзора, отсчитываемыми от перпендикуляра к плоскости экрана по горизонтали $\pm 45 - 70^0$ и по вертикали от $-15 - 50^0$ (вниз) до $+20 - 70^0$ (вверх).

3. Разрешение $1\,024 * 768$ определяется размером экрана и размером ячейки. Здесь пиксел и зерно – одно и то же. Полоса пропускания видеотракта составляет $65 - 80$ МГц.

4. Частота строчной развёртки колеблется в диапазоне от 30 до 60 КГц, а частота кадров от 60 Гц до 85 Гц, но чаще $75 - 85$ Гц.

5. Яркость – типовая яркость $150 - 200$ кд/м², уменьшают регулятором.

6. Контрастность показывает, во сколько раз изменяется яркость монитора при изменении уровня видеосигнала от максимального до минимального ($150 : 1$ – коэффициент контрастности). Минимальный равен $130 : 1$, а максимальный – $1000 : 1$.

7. Инерционность монитора – минимальное время, необходимое для активизации его ячейки. Сейчас $30 - 70$ мкс, т. е. как у ЭЛТ-мониторов.

8. Палитра – так как ЖК-монитор – цифровой монитор, то палитра ограничена 262 144 или 16 777 216 оттенками цветов.

9. Проблемные пикселы – это «заклинившие» пикселы, яркость которых при смене изображения и даже после выключения монитора неизменна, но это несовершенство технологии производства ЖК-экранов.

10. Масса и габариты – масса достигает нескольких килограммов, а толщина до 20 см. Монитор можно отсоединить от РС и повесить на стену.

Потребляемая мощность $35 - 50$ Вт в рабочем режиме и $5 - 8$ Вт в режиме ожидания.

Их выпускают различные фирмы. Есть мониторы моделей Samsung, Acer, Sony, Benq. В последнее время появились модели Prestigio южнокорейской компании Prestigio International. У неё разрешение 1280×1024 пикселей, угол обзора (гориз./верт.) $150/135^\circ$ при контрастности $500:1$ со временем отклика 13 мс.

7.3. ПЛАЗМЕННЫЕ ДИСПЛЕИ

В этих дисплеях вместо жидкокристаллического вещества используется ионизированный газ. Работа описана в [1].

Его молекулы излучают свет в процессе рекомбинации (восстановления электрической нейтральности).

Для перехода в плазму используют высокое напряжение. Их максимальный размер 42", но очень дорогие.

7.4. ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ

Электролюминесцентные мониторы (ElectroLuminescent displays) по своей конструкции аналогичны ЖК-мониторам, но принцип действия основан на использовании света при возникновении туннельного эффекта в полупроводниковом р-п переходе. Описание работы дано в [1].

У них высокие частота развёртки и яркость свечения, они надёжны в работе, но уступают ЖК-мониторам в электропотреблении (на ячейки подают 100 В).

7.5. МОНИТОРЫ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Мониторы электростатической эмиссии (Field Emission Displays) – это гибрид технологии ЭЛТ и жидкокристаллической.

В качестве пикселей используются зёрна люминофора, но вместо электронного луча они активизируются электронными ключами как в TFT-экранах. Управление этими ключами выполняет специальная схема типа контроллера ЖК-экрана. Необходимое напряжение 5 000 В. Это наилучший среди плоско-параллельных экранов, с самой низкой инерционностью – 5 мкс, размер экрана 14–15".

7.6. ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОДИОДНЫЕ МОНИТОРЫ

Органические светодиодные мониторы вместо стекла используют для экрана специальный полимер (пластик), обладающий свойством полупроводимости. При пропускании тока он светится. Напряжение для изображения пиксел необходимо менее 3 В. Этот монитор дешёв и прост в изготовлении, у него тонкий (2 мм) и эластичный экран, низкая инерционность, его используют пока только в телефонных трубках.

7.7. ВИДЕОАДАПТЕРЫ

Вторым после монитора основным компонентом видеосистемы РС является видеоадаптер. Иногда его называют видеокартой. Работа описана в [1].

Основная функция видеоадаптера – преобразование цифрового сигнала, циркулирующего внутри РС, в аналоговые электрические сигналы, подаваемые на монитор. Другими словами, видеоадаптер является интерфейсом между компьютером и устройством отображения информации (монитором), но по мере развития РС на него стали возлагаться и другие обязанности: аппаратное ускорение 2D- и 3D-графики, обработка видеосигналов, приём телевизионных сигналов и др., а потому сейчас это мощное универсальное графическое устройство, именуемое Super VGA или SVGA.

Видеоадаптер определяет следующие характеристики видеосистемы:

- максимальное разрешение и частоту развёрток;
- максимальное количество отображаемых оттенков цветов;
- скорость обработки и передачи видеоинформации, определяющую производительность видеосистемы в целом.

Видеоадаптер включает в себя следующие основные элементы:

- видеопамять для хранения цифрового изображения;
- набор чипсет для обработки цифрового изображения и преобразования его в видеосигнал, подаваемый на монитор;
- схемы интерфейса с шиной ввода/вывода РС;

- ROM Video BIOS для расширения BIOS (команды управления видео-системой);
- цифро-аналоговый преобразователь, выполняющий преобразование цифровых данных, хранящихся в видеопамяти, в аналоговый видеосигнал;
- тактовые генераторы.

Он же формирует сигналы горизонтальной и вертикальной синхронизации, используемые для формирования раstra на экране монитора.

Кратко работу видеоадаптера можно изложить следующим образом.

Процессор формирует цифровое изображение, как матрицу $N \times M$ (из n -разрядных чисел). Процессор записывает его в видеопамять в кадровый буфер (frame buffer), т.е. там хранится теперь цифровой образ текущего изображения (кадра). Видеоадаптер последовательно считывает содержимое ячеек кадрового буфера и формирует на выходе видеосигнал, уровень которого в каждый момент времени пропорционален значению, хранящемуся в отдельной ячейке. Сканирование осуществляется синхронно с перемещением электронного луча по экрану ЭЛТ, яркость каждого пиксела пропорциональна содержимому соответствующей ячейки памяти видеоадаптера. После просмотра всех ячеек одной строки раstra, видеоадаптер формирует импульсы строчной синхронизации, инициирующие обратный ход луча по горизонтали, а после окончания сканирования буфера – сигнал движения луча снизу вверх. А потому частота строчной и кадровой развёртки монитора определяется скоростью сканирования содержимого видеопамяти, т.е. видеоадаптером.

В графическом изображении в каждой ячейке кадрового буфера хранится код цвета соответствующего пиксела экрана. Это основной режим, т.к. в нём можно вывести текст, рисунок, фотографию, анимацию и т.д.

В текстовом режиме все пикселы разбиты на группы, называемые знаками или символьными позициями размером $P \times Q$. В каждом из знакомест может быть отображён один из 256-и символов, т.е. на экране помещается M/Q символьных строк по N/P символов в каждой.

Символ изображается точечной матрицей, которая называется передним планом, а остальные – задним планом или фоном (матрица 9×16 пиксел – зависит от типа видеоадаптера и текущего режима).

Тёмной клетке соответствует логическая «1», а светлой – логический «0». Они хранятся в специальном ПЗУ на плате видеоадаптера, который называется аппаратным знакогенератором, а совокупность изображений 256 символов – шрифтом, при этом адресом ячейки знакогенератора является порядковый номер символа. Для кодирования изображения символа на экране используется 2 байта – первый задаёт № символа, а второй – атрибуты (цвет символа, фона, подчёркивания, мигания...).

Область видеопамяти для видеостраницы равна $80 \times 25 \times 2 = 4\,000$ байт, а в режиме 40×25 – 2 000 байт. На практике отводят 4 или 2 Кбайт – лишние байты не используются.

В текстовом режиме произвольное изображение вывести нельзя из-за того, что символы выводятся в отведённых символьных позициях – это недостаток.

Вторым недостатком является узкая цветовая палитра – не превышает 16 цветов, но у него важное преимущество – незначительные затраты РС на его реализацию. NC работает в текстовом режиме!

7.8. ОБЪЁМ ВИДЕОПАМЯТИ

Чем больше объём видеопамяти, тем выше разрешение и шире цветовая палитра изображения.

Для 2 в степени n оттенков цветов и разрешения N*M получаем $N*M*n$ бит видеопамяти.

В первых видеоадаптерах SVGA это было очень актуально, т.к. было повышенное разрешение и глубина цвета по сравнению с VGA.

Сейчас видеопамять имеет объём до 256 Мбайт, т.к. при работе с трёхмерной графикой, чем объём больше, тем быстрее работа.

В первых моделях был объём 256 Кбайт для 16 цветов и разрешения 640*480.

7.9. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВИДЕОАДАПТЕРОВ

Были монохромные дисплеи с люминофором зелёного цвета и для них видеоадаптер MDA – Monochrome Display Adapter – работал только в текстовом режиме. Матрица была 9*14 пикселей, разрешение 720*350 пикселей, размер символа – 7*9 пикселей. Видеопамять – 4 Кбайт (для одной видеостраницы).

В 1981 году фирма IBM выпустила видеосистему CGA (Color Graphic Adapter) в составе IBM PC XT. Он давал цветное изображение – было от 4 до 16 цветов. Использовал несколько графических режимов работы. Разрешение составляло 640*200 пиксел, в текстовом режиме знакоместо 8*8 при экране 80*25 и имел объём видеопамяти 16 Кбайт.

Видеоадаптер HGC (Hercules Graphic Card) разработан в 1982 году. Разрешение 720*348 и матрица 9*14 пиксел. Но они были монохромные.

Видеоадаптер EGA (Enhanced Graphic Adapter) имел разрешение 640*350, знакоместо 8*14, размер символа 7*9. В нём большая чёткость изображения, цвет кодировался 6 двоичными сигналами, т.е. палитра была из 64 оттенков, но одновременно отображалось только 16 цветов. Объём видеопамяти 64 Кбайт, затем 128 Кбайт. Он кроме знакогенератора ещё имел загружаемые программно шрифты, разрешение было 800*600 и 16 цветов, но не получил распространения из-за VGA.

Видеоадаптер VGA (Video GA) использовался в компьютере IBM PS/2, затем стал платой, устанавливаемой в слот ISA. Здесь уже 256 регистров цвета, которые образуют своё ОЗУ – RAM. Было 256 Кбайт видеопамяти, разрешение 640*480 при 16 цветах и 320*200 при 256.

Результатом совершенствования VGA стал Super VGA с объёмом видеопамяти до 512 Кбайт, затем 1 Мбайт с режимом 800*600, 1 024*768 при отображении 256 оттенков цветов.

Затем появился видеоадаптер VESA Super VGA с разрешением до 1 600*1 200 с 24-разрядным RAM DAC, режимом 16 бит на пиксел или 65 536 цветов для High Color и 24 бит на пиксел или 16 777 216 цветов для режима True Color. Здесь использовался специальный графический ускоритель или графический сопроцессор, шина VLB, затем PCI и сейчас интерфейс AGP 8x.

Чипсет для видеоадаптеров выпускают разные фирмы. Фирма S3 выпускает Vision 868, 968, Trio64 V+, Trio64 V2/DX, VIRGE, VIRGE/VX, VIRGE GX/DX, фирма ATI Technologies – MATH64, 3D RANGE II, 3D RANGE PRO, фирма MATROX – MGA-2 064W, MGA-1 064 SG, MGA G100, Tseng Labs – ET 6 000, ET 6 100, Cirrus Logic – CL-GD5 446.

Используется однопортовая и двухпортовая память. В первом случае чтение и запись осуществляются через один порт. Она динамическая, т.е. типы как у DRAM.

Но есть и специальная память – SGRAM (Synchronous Graphics RAM) с быстродействием в 4 раза выше, чем у DRAM и MBRAM (Multibank RAM) фирмы MoSys Inc. Она состоит из банков памяти размером 32 Кбайт. Каждый банк – это совокупность микросхем памяти, суммарная разрядность которых равна разрядности шины данных. Используют 2 банка памяти для реализации режимов чередования адресов и циклов регенерации. Она используется в видеоадаптерах фирмы Tseng Lab.

Двухпортовая видеопамять позволяет обращаться к себе одновременно двум устройствам (например, графический процессор и RAMDAC).

Существуют 2 её разновидности: VRAM (Video RAM) и WRAM (Window RAM).

У первой стоит на плате специальный контроллер, позволяющий по двум портам одновременно вести операции чтения и записи. Эта память разработана для видеосистемы с высоким разрешением (1280*1024 и выше) и 24-битным представлением цвета. Используется в специальных графических системах, т.к. дорогая.

WRAM имеет подобную архитектуру, но работает на частоте до 50 МГц, что позволяет повысить быстродействие на 50% по сравнению с VRAM. Имеет 2 кадровых буфера для отображения смежных кадров. Сейчас есть и другие типы памяти: Direct RDRAM фирмы Rambus, 3D RAM – память для трёхмерной графики – фирмы Mitsubishi. Она 2-портовая с конвейерной обработкой данных. В ней стоит встроенный процессор и скоростные буферы.

Память CDRAM (Cashed DRAM) тоже выпускает фирма Mitsubishi. Это комбинация динамической памяти и небольшого скоростного буфера на элементах статической памяти. У неё 128-разрядная внутренняя шина данных и 16-разрядная внешняя.

Память DDR SDRAM имеет удвоенную скорость передачи данных. Она разработана фирмой Samsung. Чтение данных в ней как по фронту, так и по спаду тактового сигнала.

Память ESDRAM (Enhanced SDRAM) фирмы Enhanced Memory System имеет быстроедействие выше за счёт совершенной архитектуры и встроенной статической кэш-памяти.

Она содержит режим «упреждающего чтения» как на жёстких дисках (в регистры SRAM из SDRAM).

7.10. 3D-АКСЕЛЕРАТОРЫ

3D-акселераторы используются для отображения стереоскопических изображений, которые предварительно синтезируются, т.е. необходимо задать математическую модель объекта в 3-мерной системе координат, а это требует большого объёма вычислений. Их производят не в процессоре, а в ускорителе 3-мерной графики или в 3D-акселераторе.

В обычном режиме он выступает в роли пассивного элемента, включённого между видеоадаптером и монитором.

Сегодня 3D-акселератор – это универсальный видеоадаптер, в состав которого входит ускоритель 2-мерной и 3-мерной графики. В них используются свои чипсет, которые выпускают большое количество фирм.

Фирма 3Dfx Interactive выпустила один удачный 3D-акселератор – Chipset Voodoo Graphics, затем Voodoo², Voodoo Rush, Voodoo Banshee, Voodoo³, Voodoo⁴, Voodoo⁵.

Фирма Intel выпустила графический процессор I 740 с достаточно высоким быстроедействием. Он используется во многих видеоадаптерах.

Фирма NVIDIA выпустила чипсет Riva 128, Riva 128ZX, Riva TNT, Riva TNT2, а также ускорители фотореалистичной графики GeForce 256 (NV10), GeForce GTS (NV15) с геометрическими процессорами.

Фирма Matrox выпускает чипсет и платы для 2-мерной графики: MGA G200, MGA G400.

Есть видеокарты с видеочипами фирмы ATI, выпускаемые фирмой Sapphire Radeon 9 800Pro, 9 700Pro, 9 700, 9 500Pro.

Фирма Gainward выпускает видеокарты с чипсетом фирмы NVIDIA: GeForce FX 5 900 Ultra, FX 5 800 Ultra, FX 5 800, FX 5 600 Ultra.

Они имеют поддержку уже вместо Direct 8 Direct 9.

Появились видеоплаты с шиной PCI Express x16.

Фирма MSI выпустила модель RX 600XT-TD128 с графическим чипом Radeon X600 XT.

Тактовая частота чипа 500 МГц, а тактовая частота памяти 365 МГц при разрядности шины памяти 128 бит. В ней 4 конвейера.

Фирма Gigabyte выпустила модель GV-NX57128D с графическим чипом GeForce PCX 5 750 с тактовой частотой чипа 425 МГц, тактовой частотой памяти 275 МГц и разрядностью шины 128 бит. В ней тоже 4 конвейера.

Фирма Albatron разработала модель PCX 5 750 с чипом GeForce PCX 5 750. У неё тактовая частота чипа 425 МГц, а памяти – 250 МГц при 4 конвейерах. У всех этих моделей объём видеопамяти 128 Мбайт.

7.11. ЗВУКОВАЯ КАРТА

Даже первые компьютеры могли издавать звуки с помощью маленького динамика в корпусе.

В 1989 году появилась звуковая карта, что улучшило качество звука, и появился комплекс программно-аппаратных средств, предназначенный для следующих целей:

- записи звука с микрофона или магнитофона – идёт преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы и запись на винчестер компьютера;
- микширование (смешивание) при записи или воспроизведении сигналов от нескольких источников;
- одновременной записи и воспроизведения звуковых сигналов;
- обработка звуковых сигналов: редактирования, объединения, разделения фрагментов сигналов и т.п.;
- управления панорамой стереофонического звукового сигнала и уровнем сигнала в каждом канале при записи и воспроизведении;
- обработки звукового сигнала в соответствии с алгоритмами объёмного звучания;
- генерирования с помощью синтезатора звучания музыкальных инструментов и человеческой речи;
- управление работой внешних музыкальных инструментов через специальный интерфейс MIDI;
- воспроизведения звуков компакт-дисков;
- управления компьютером и ввода текста с помощью микрофона.

Звуковая система может быть выполнена в виде самостоятельных звуковых карт или интегрирована в другую карту расширения.

Могут быть дочерние модули, вставляемые в разъёмы звуковой карты, расширяющие базовые возможности звуковой системы.

В классическую звуковую систему входят:

- модули записи и воспроизведения звука;
- модули синтезатора;
- модуль интерфейсов;
- модуль микшера;
- акустическая система.

В зависимости от класса некоторые модули могут отсутствовать.

Каждый из модулей может выполняться в виде отдельной микросхемы или входить в состав многофункциональной микросхемы. Чипсет может содержать как одну, так и несколько микросхем.

7.12. МОДУЛИ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗВУКА

Запись звука – это сохранение информации о колебаниях звукового давления в момент записи. Сейчас для записи и передачи информации о звуке используются аналоговые и цифровые сигналы. В первом случае используют микрофон. Здесь для сохранения достоверной информации о звуке напряже-

ние электрического сигнала должно быть пропорционально звуковому давлению, а его частота должна соответствовать частоте колебаний звукового давления. Для звукового сигнала цифровой формы необходимо в дискретные моменты времени измерять значение звукового давления, причём измерять несколько раз за период самой высокочастотной составляющей звукового сигнала.

Сейчас чаще используют на входе звуковой карты аналоговый сигнал. Там он преобразуется в цифровой сигнал, но акустическая система работает с аналоговыми сигналами. Потому на выходе звуковой карты сигнал снова преобразуется в аналоговую форму. Этим и занимается данный модуль. Он включает в себя аналого-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и блок управления. Они интегрированы в одну микросхему, называемую кодеком.

Практически все звуковые карты поддерживают запись и воспроизведение стереофонического звукового сигнала с частотой дискретизации 44,1 или 48 КГц.

Разрядность АЦП и ЦАП определяет разрядность представления цифрового сигнала (8, 16 или 18 бит), динамический диапазон в децибелах и уровень шумов квантования. 8-разрядные сейчас уже не используются.

Некоторые современные звуковые карты оснащаются 20- и даже 24-разрядными ЦАП и АЦП, что повышает качество записи и воспроизведения звука. Модуль может одновременно записывать и воспроизводить звуковой сигнал. Существуют три режима передачи данных по какому-либо каналу: симплекс (в одном направлении), полудуплекс (по очереди) и дуплекс (одновременно), но для записи на винчестер и воспроизведения звука нужна специальная звуковая карта, т.к. используется режим «запись с наложением».

Модуль синтезатора позволяет генерировать любые звуки.

Принцип синтезирования заключается в воссоздании структуры музыкального тона (ноты). У сигнала несколько временных фаз – атака, поддержка, затухание. Их совокупность называют амплитудной огибающей. Она зависит от музыкального инструмента.

Синтез звука производят одним из трёх методов: частотной модуляцией (FM-синтез), таблицей волн (WT-синтез), физического моделирования.

7.13. СПЕЦИФИКАЦИЯ AUDIO CODEC 97

В этой спецификации используется аналоговая микросхема ввода/вывода и цифровой контроллер. Между собой они соединяются цифровым интерфейсом.

Могут быть два кодека – звуковой кодек и кодек модема.

В корпусе Intel есть спецификация Audio Modem Rizer (AMR), в соответствии с которой звуковая ризер-карта устанавливается в специальный слот AMR Interface Connector на материнской плате с форм-фактором ATX, mATX, NLX. При этом цифровой контроллер располагается на материнской плате, а звуковой кодек и интерфейс с телефонной (телекоммуникационной)

линией – на ризер-карте. Взаимодействие осуществляется через интерфейс AC-link.

7.14. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сколько пушек в мониторах цветного изображения?
2. Какие типы ЭЛТ Вы знаете?
3. Какие основные характеристики у монитора с ЭЛТ?
4. Что такое жидкокристаллический монитор?
5. Каковы основные характеристики жидкокристаллических мониторов?
6. Какие ещё дисплеи известны?
7. Чем отличается жидкокристаллический монитор от монитора с ЭЛТ?
8. Что расположено на видеокарте?
9. Какие видеокарты известны?
10. Что расположено на звуковой карте?
11. Для каких целей используется звуковая карта?

8. УСТРОЙСТВА ВВОДА/ВЫВОДА

8.1. КЛАВИАТУРА

Чтобы на экране появились команды, управляющие работой ЭВМ, было создано устройство, называемое клавиатурой для ввода этих команд и другой информации. Описание приведено в [1].

Клавиатура представляет собой унифицированное устройство со стандартным разъёмом и последовательным интерфейсом связи с системной платой. В качестве датчиков нажатия клавиш применяют механические контакты, кнопки на основе токопроводящей резины, емкостные датчики или датчики на эффекте Холла. При нажатии на клавишу появляется щелчок – клик. Он может быть акустическим и механическим. В клавиатуре стоит внутренний контроллер, который и определяет факт нажатой клавиши.

Есть клавиатуры со 101, 103, 104, 105 и 108 клавишами. 3 последние кнопки последней используются для работы с Windows'95/98 и Internet.

В последних моделях для мультимедийной работы к 103 клавишам добавляют ещё 7, 12, 14, 16, 19 или 35 клавиш. Клавиатуры подключают в зависимости от типа разъёма к порту COM, USB или PS/2. У каждого порта свой вид разъёма для клавиатуры. Есть клавиатуры AT и Win. У последнего типа – двунаправленный интерфейс, который принимает от системной платы и вводит команду.

8.2. МЫШЬ

Для удобства работы пользователя с РС была создана мышь, которая позволяет использовать информацию, выведенную на экран монитора, для запуска команд пользователя. Работа описана в [1].

По принципу действия мыши бывают оптико-механические и оптические. В первом типе шарик движется по столу путём перемещения самой мыши, у трекбола его перемещают рукой, а оптическая мышь использует отражающийся от коврика луч.

Классическая конструкция мыши имеет 3 клавиши: левая – исполнительная, правая – клавиша параметров, среднюю клавишу не используют. А потому впоследствии стали делать мышь с 2 клавишами.

Фирмы Logitech, Mitsumi, A4Tech выпускают мышь обычную.

Фирма Microsoft в 1997 году выпустила мышь с названием Microsoft Intelly Mouse. Она двухкнопочная, с колёсиком посередине. Здесь прокручивание колёсика вызывает перемещение вверх или вниз окна Word, Excel, Microsoft Internet Explorer.

Есть мышь компании KEY System – Genius Netmouse. В ней вместо колёсика вмонтирована клавиша.

Оптические мыши более надёжные, чем классическая мышь.

Обычно мышь подключают к порту COM, PS/2 или USB (оптическую).

Кроме выше перечисленных типов мышек есть инфракрасные беспроводные мыши. Они оборудуются аккумулятором или батареей.

Фирма Logitech разработала новую мышь MX1000. Это беспроводная мышь с лазерной оптической системой. Она позволяет получить более чёткое изображение на сенсоре, что сказывается на эксплуатационных характеристиках – теперь в качестве коврика подойдут и блестящие поверхности.

8.3. ПЕЧАТАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

РС выдаёт результаты своей работы на экран монитора, но чаще всего необходимо иметь их в печатном виде на бумаге. Для этого были вынуждены разработать печатающие устройства. Описание работы есть в [1].

У них более низкие требования к быстродействию.

Существует три типа печатающих устройств: матричные, струйные, лазерные.

Принтеры ударного типа (матричные) бывают типовые и игольчатые. У первых есть пластмассовый диск со спицами, на концы которых на прямоугольные пластинки нанесены символы для печати (типы). Диск крепится на ось перпендикулярно валу и бумаге, ось управляется шаговым двигателем. Позади диска находится ударный механизм. Двигатель вращает диск до тех пор, пока перед ударником не появится требуемый символ. Срабатывание в этот момент ударника приводит к печати символа через красящую ленту на бумагу. Скорость печати 30 – 40 знаков в секунду.

Игольчатый принтер формирует знаки при помощи головки с иглками. Иголки внутри головки активизируются электромагнитным методом. Головка движется по горизонтальной направляющей и управляется шаговым двигателем. Первые принтеры содержали 9 иглоков в один ряд вертикально. Для улучшения качества печати каждую строку пропечатывают два раза, несколько смещая точки при втором проходе, что увеличивает время, хотя и

улучшает качество печати. Затем появился принтер с 18 иголками: по 9 иглоков в два ряда. Сейчас используется 24-игольчатый принтер. В нём точки расположены в два ряда по 12 штук. Здесь тоже можно пропечатывать второй раз с небольшим сдвигом. Скорость печати до 400 знаков за секунду.

Сейчас появились принтеры без головки – строчные. В них стоит печатающая планка с иглками на всю строку сразу, что даёт существенное увеличение скорости печати. Их выпускают фирмы Genicom и Dataproducts. Скорость печати у них достигает 1500 строк в минуту.

Струйные принтеры в своей работе используют следующие методы:

- пьезоэлектрический;
- метод газовых пузырей;
- метод drop-on-demand.

В первом методе в каждое из 300 для чёрных или 416 для цветных чернил сопел установлен пьезокристалл, связанный с диафрагмой. Под воздействием электрического поля происходит деформация пьезоэлемента, что вызывает наполнение капиллярной системы чернилами. Выдавливаясь, они оставляют на бумаге точку. Подобные устройства выпускает компания Epson, Brother и другие.

Во втором методе каждое сопло оборудовано нагревательным элементом, который при пропускании через него электрического тока разогревается до 500 градусов, а образующиеся в сопле газовые пузырьки выталкивают каплю чернил, которая переносится на бумагу. Подобная технология используется фирмой Canon.

Третий метод drop-on-demand используется фирмой Hewlett-Packard. Здесь тоже есть нагревательный элемент, но для подачи чернил есть ещё и специальный механизм. В этом методе обеспечивается наиболее быстрое впрыскивание чернил, что существенно улучшает качество и увеличивает скорость печати до 17 страниц в минуту, а цвета более контрастные.

Важнейшим конструктивным элементом лазерного принтера фирм HP и QMS является вращающийся барабан, с помощью которого происходит перенос изображения на бумагу. Металлический барабан покрыт тонкой плёнкой светопроводящего полупроводника (оксида цинка). Коронирующий провод равномерно распределяет статический заряд из-за подачи высокого напряжения. Лазер генерирует световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала на поверхность барабана, что приводит к изменению электрического заряда в точке прикосновения. На следующем шаге на барабан наносится красящая пыль, которая притягивается к поверхности в точках, подвергшихся экспозиции, что позволяет сформировать изображение. Бумага втягивается из подающего лотка и через систему валиков перемещается к барабану. Перед самым барабаном бумаге сообщается статический заряд, который и притягивает частички пыли при соприкосновении с барабаном. Для фиксации пылинок бумага снова заряжается и пропускается между двумя роликами с температурой 180 градусов. После печати специальный ролик очищает барабан. Высокоскоростные принтеры печатают уже свыше 20 страниц в минуту.

Альтернативой является светодиодный принтер LED (Light Emitting Diode). Здесь барабан освещает неподвижная диодная строка на 2500 светодиодов, которая описывает сразу всю строку. На этом принципе работает лазерный принтер OKI.

8.4. МОДЕМ И ФАКС-МОДЕМ

Сейчас напечатанные документы можно не посылать почтой, а передать в файле через сеть. Для этого используют модем, которым соединяют два компьютера в сети, а передача данных от одного компьютера другому ведётся посредством телефонных линий.

При работе модем сначала дозванивается по выбранному телефону до поставщика услуг Internet (провайдера) или до узла сети «Фидонет». Там принимает звонок другой модем, они и устанавливают протокол для передачи данных между ними и скорость соединения. Есть протокол V.34, высокоскоростной V.90, X 2, K 56 Flex и специализированные (PEP, HST).

Скорость передачи в России зависит от телефонных сетей: 33 600 bps (бит/с), т.е. передается 10 – 12 Мбайт/ч, для работы в Internet минимальная скорость 28 800 bps, но в России работает при более низких скоростях.

Протокол K 56 Flex поддерживает скорость 56 000 – 76 000 bps – модемы используют чипсет Rockwell. Их выпускают фирмы IDC, ZOOM и другие. Протоколы X 2 и V.90 используются в модемах US Robotics/3COM и ZYXEL, которые подключают через COM-порт или USB – это внешнее исполнение – первый тип (в виде снабженной индикаторами коробочки). Он включается в сеть своей вилкой.

Второй тип – внутреннее исполнение – выполнен в виде платы, вставляемой в ISA-слот (это съёмная карта расширения с компонентами, обеспечивающими обмен данными).

Первые два типа модемов имеют свои достоинства и недостатки – в первом хорошо контролировать передачу, во втором – плохо, но он дешевле и более компактный.

Есть ещё третий тип – программный модем. У него часть функций выполняет программа, установленная на PC. Его недостатки: модернизация путём замены программы, он занимает дополнительные ресурсы PC и привязан к определённой ОС.

При покупке необходимо смотреть, обладает ли модем возможностью обновления BIOS (в них есть свой BIOS – в модели фирмы USR Courier). Телефон необходимо включать после модема, а не параллельно, иначе снятие трубки приводит к прерыванию связи.

Фирмы-производители модемов US Robotics, Inpro (IDC), ZOOM, USR. В 1997 US Robotics стала подразделением корпорации 3COM – занимает 80% рынка России. Более дешёвые модемы, но более качественные у фирм Inpro (IDC) и ZOOM. Модели Sportser, Message Plus дешевле Courier, и на них есть функции автоответчика. Для внешнего модема должен быть шнур для под-

ключения к СОМ-порту. Блок питания бывает на 220 В и 110 В, а потому при подключении необходимо обращать внимание на соответствие напряжений.

Факс-модем, кроме текста, воспринимает и графику. Он принимает сообщения с факсов и других факс-модемов. Конструкция подобна обычному модему.

8.5. СКАНЕРЫ

Часто напечатанную или переданную информацию необходимо сохранить, а потому полученный текст или рисунок сканируют и обрабатывают специальными программами, а затем записывают в файл на HDD или FDD. Для сканирования используют специальное устройство – сканер.

Сканером называют устройство, позволяющее вводить в РС в графическом виде текст, рисунки, слайды, фотографии и др. Описан в [1].

Технология считывания данных реализуется на основе использования светочувствительных датчиков и аналого-цифровых преобразователей.

Сканеры имеют следующие характеристики.

1. Разрешающая способность. У неё два показателя – оптический и программный. Оптический – это показатель первичного сканирования, но его программный показатель улучшает оптический. При использовании оптического показателя разрешающая способность равна $300 * 600 \text{ dpi}$, а программного – $4\,800 * 4\,800 \text{ dpi}$. Разрешающая способность у сканера бывает по горизонтали и вертикали. Для текста надо $500\text{--}600 \text{ dpi}$.

2. Разрядность – фактически она означает то количество цветов, которое может обеспечить сканер – 24 бита соответствуют 16,7 млн. цветов; 30 бит – 1 млрд. Разница в цене: 30-битные используются профессионалами, так как это более качественные сканеры, а потому дороже.

Выпускают ручные сканеры, рулонные и планшетные.

Ручным сканером, как щёткой, медленно проводят по сканируемому объекту. При проводке сканером по листу из-за дрожи руки получается плохое качество изображения объекта и размер картинок не превышает $10 \text{ см} * 10 \text{ см}$.

В планшетных сканерах бумагу кладут на прозрачную стеклянную поверхность, под которой проходит распознающий элемент сканера, и закрывают крышкой. Выдаёт цифровую копию картинки в виде файла. Сканер имеет размер $50 * 30 \text{ см}$.

Рулонные сканеры протягивают лист с изображением через свое нутро.

Кроме вышеперечисленных, есть ещё специализированные сканеры – для фотографий и слайдов. Подключают к интерфейсу SCSI через адаптер SCSI, который поставляют вместе со сканером, но можно подключать к параллельному порту (разъём сзади системного блока, который используется для принтера).

Последние модели подключают к порту USB. В этом случае пропускная способность ниже. Производители: Hewlett-Packard, Canon, Epson, Mustek

Paragon, KYE, но дешевле в фирме Mustek Paragon и KYE. Фирмы MAX и Agfa выпускают модели для профессионалов.

Любой тип сканера позволяет сканировать тексты с листов бумаги размером А3 и А4.

Для сканеров поставляются дискеты с драйверами для Windows'95/98, 2000, XP, NT, а также специальные программы для редактирования текста (в Россию поставляют программу Fine Reader, Lite или Cunei Form).

8.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково устройство матричных, струйных и лазерных принтеров?
2. Зачем нужны модемы и факс–модемы?
3. Какие основные протоколы используются в модемах?
4. Какие параметры характеризуют сканер?
5. Какого формата бумагу использует сканер?

9. МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ И МНОГОМАШИННЫЕ ВС

9.1. АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РС

РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

Бурное развитие вычислительной техники привело к тому, что в настоящее время большинство эксплуатируемых компьютеров тем или иным способом выходят в какую-либо компьютерную сеть, а возжелённая цель многих владельцев РС – выход в Internet.

Ведущие разработчики программ и устройств решили разработать пособие стандарта – спецификацию РСxx, предназначенную для аппаратуры, работающей под управлением ОС Windows'xx, которая придаст эволюции компьютерной аппаратуры планируемый и целенаправленный характер в направлении увеличения надёжности, совместимости и удобства. В стандарте по каждой группе подробно и методично описывается архитектура, набор устройств и требования к ним, функции BIOS, внешние порты и прочие. Устанавливается и тип корпуса – вскрываемый или наглухо закрытый, даже учитывается временный этап, когда модель только отлаживают, т.е. ещё нет её серийного выпуска.

Спецификация РС 2 001 делит компьютеры на следующие типы.

1. Consumer PC (пользовательский). Предназначен для работы вне локальной сети, но есть модем для подключения к Internet. Может использоваться как обучающий и игровой. Содержит графическую подсистему, поддерживающую солидные мультимедиа-приложения. Рекомендуются наличие Device Bay – устройства, позволяющего заменять периферию без вскрытия корпуса и перегрузки компьютера.

2. Office PC (офисный). Это сетевой компьютер, снабжённый сетевым адаптером для подключения в локальную сеть. Для него устанавливается минимальная общая цена владения.

3. Workstation PC (рабочая станция) – приспособлена для работы в сети, но превосходит по возможностям Office PC. Используется для решения задач, требующих интенсивных вычислений.

4. Entertainment PC (игровые или развлекательные). Требования подчинены их назначению. В них устанавливают устройства высокопроизводительной графики, аудиосистемы Hi-Fi, сравнимые по качеству с хорошим музыкальным центром. Обеспечивается расширенная поддержка подключения внешних устройств (видеомагнитофонов, цифровых видеокамер и пр.).

5. Mobile PC (мобильный). Основные цели, стоящие перед разработчиком – снижение веса и увеличение времени работы от батарей. Набор функциональных возможностей сопоставим с пользовательским компьютером.

В стандарте PC 2 001 подробно описаны требования к набору устройств компьютера и выполняемым функциям.

Есть требования обязательные, желательные и прочие. Сертификат на соответствие аппаратуры требованиям PC 2 001 выдаёт тестовый центр Microsoft. Сертификат называют WHQL (Windows Hardware Quality Labs) по названию центра.

Этот стандарт не разрешает использовать LPT и COM-портов, разъёмов типа ISA. Должно присутствовать два последовательных порта USB для подключения модема, мыши, принтера; видеокарты только для AGP (а не для PCI), используется 8-скоростной CD-ROM.

Рекомендованы приводы DVD, обязателен модем со скоростью 57 600 bps, рекомендуется использовать шину IEEE 1394, тактовую частоту CPU 667 МГц, кэш второго уровня 128 Кбайт, объём ОП 64 Мбайт.

9.2. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Чтобы качественно использовать PC, большие задачи разбивают на несколько параллельно работающих веточек. Рассмотрено подробно в [10].

Параллелизм в обработке может быть осуществлён на разных уровнях.

Самым простым, на первый взгляд, решением является проводить такую обработку на двух и более соединённых между собой PC.

Если соединяемые в систему PC являются машинами одного класса и обладают одной архитектурой, а, следовательно, и данные представляются в одной и той же структуре, то вроде бы обеспечено увеличение производительности, но ведь у машин свои ОС, и их трудно синхронизировать.

Можно соединять ОЗУ с ОЗУ, но тоже трудно синхронизировать их работу. Соединение «канал – канал» легче контролировать, но снижается оперативность работы из-за периферийных контроллеров устройств.

Соединение через общее поле внешней памяти (диски) – наиболее простой способ и употребляется чаще других, но оперативность работы от тако-

го соединения падает ещё больше. Целесообразнее потерять оперативность, соединив РС по линиям связи.

Иногда для решения особо сложных задач необходимо объединение РС, удалённых друг от друга компьютеров.

Это привело к развитию сетевой архитектуры.

Второе направление параллельной обработки позволяет связать вычислительные средства в единую систему – создать многопроцессорный комплекс.

При каждом процессоре есть своя кэш-память для защиты данных от других процессоров.

В многопроцессорных системах, как и в многомашинных, увеличение производительности достигается, если задача по объёму вычислений почти поровну распределена между процессорами. Это работа программиста, но даже в этом случае часть процессорного времени уходит на простои, так как невозможно точно подобрать одинаковое время для выполняемых веточек программы. Есть специальные средства, как выявляющие наличие в программе параллельных ветвей автоматически, так и помогающие пользователю целенаправленно изменять сам алгоритм.

Увеличение производительности остаётся близким к линейному закону до трёхпроцессорного варианта, а потому ВС высокой производительности (чаще двух- и четырёхпроцессорные) с введением кэш-памяти и архитектурных находок количество процессоров в ВС увеличили до 5 – 10.

Если спуститься ещё ниже по иерархической лестнице процессоров и функциональных устройств, то можно ввести параллелизм на уровне функциональных обрабатывающих устройств внутри процессора.

В этом случае есть несколько блоков обработки, тогда для выполнения цепочки команд не нужно ожидать, когда закончится предыдущая операция.

После прохождения вычислительных блоков результаты сортируют и выдают в нужной последовательности, но здесь нужна внимательность при командах условного перехода.

Так же распределяются операции по параллельно работающим отдельным функциональным устройствам, только в самих функциональных устройствах применяется конвейеризация, так же просматриваются «вперёд» программы, а их быстрому опережающему и параллельному вызову из ОЗУ помогает глубокое расслоение памяти.

9.3. ПОНЯТИЕ О МНОГОМАШИННЫХ И МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВС

Конкретный набор взаимодействующих между собой устройств и программ, предназначенный для обслуживания одного рабочего участка, называют вычислительной системой (ВС). Центральным устройством ВС является компьютер.

Многомашинные ВС включают в себя две и больше ЭВМ, связи между которыми обеспечивают выполнение функций, возложенных на систему.

Многопроцессорные системы МПВС в отличие от многомашинных ВС ММВС, получили широкое распространение, так как в них установлено сразу несколько процессоров. Это не всегда эффективно, но бывает необходимо в ряде задач, которые решают параллельно (см. [10]).

Для создания многопроцессорной системы необходимо выполнение следующих условий:

- а) материнская плата должна поддерживать несколько процессоров, т. е. иметь разъёмы для установки процессоров и соответствующих Chipset;
- б) процессор должен поддерживать работу в многопроцессорной системе (Pentium PRO, Pentium II и выше);
- в) ОС должна поддерживать работу с несколькими процессорами (Windows NT, UNIX).

9.3.1. Конвейерная обработка информации

Иногда лучше проводить конвейерную обработку информации. Она улучшает использование аппаратных ресурсов для заданного набора процессоров, каждый из которых применяет эти ресурсы заранее предусмотренным способом. Хорошим примером конвейерной организации является сборочный транспортёр на производстве, на котором изделие последовательно проходит все стадии, вплоть до готового продукта. Преимущество этого способа состоит в том, что каждое изделие вдоль своего пути использует одни и те же устройства РС, и как только устройство освобождается данным изделием, оно сразу же может быть использовано следующим изделием, не ожидая, пока предыдущее изделие достигнет конца сборочной линии. Если транспортёр несёт аналогичные, но не тождественные изделия, то это последовательный конвейер, если же изделия одинаковы, то это векторный конвейер.

У устройства обработки команд имеется 4 ступени: выборка команд из памяти, декодирование, определение адреса и выборка операнда, исполнение. Они по очереди исполняются в любом режиме обработки информации.

9.3.2. Векторная обработка информации

В векторных конвейерах создаётся множество функциональных элементов, каждый из которых выполняет определённую операцию с парой операндов, принадлежащих двум разным векторам. Эти пары подаются на функциональное устройство, и со всеми элементами пар векторов функциональные преобразования проводят одновременно.

Для предварительной подготовки преобразуемых векторов используются векторные регистры, на которых собираются подлежащие обработке векторы.

Типичное использование векторного конвейера – это процесс, вырабатывающий по двум исходным векторам А и В результирующий вектор С для арифметической операции $A + B \rightarrow C$. В этом случае на конвейер поступает множество одинаковых команд.

9.3.3. Концепция потоковых ВС

Рассмотрим концепцию потоковых ВС (дана в [10]).

Существуют трудности, связанные с решением проблемы автоматизации параллельного программирования, необходимой для обеспечения эффективного использования для широкого круга задач матричных ВС. Поэтому актуальными являются исследования новых путей построения высокопроизводительных ВС и одним из путей являются потоковые ВС.

В системах с управлением потоками данных предполагается наличие большого числа специализированных операционных блоков для определения видов операций (сложения, умножения и т.п., отдельных для разных типов данных).

Данные снабжаются указателями типа данных (тегами), на основании которых по мере готовности данных и обработке, данные загружаются в соответствующие свободные операционные блоки.

При достаточном количестве операционных блоков может быть получен высокий уровень распараллеливания вычислительного процесса.

Во всех ранее рассмотренных машинах и вычислительных системах порядок выполнения операций над данными при решении задач строго детерминирован, он однозначно определяется последовательностью команд программы.

Принципиальное отличие потоковых машин состоит в том, что команды выполняются не в порядке следования команд в тексте программы, а по мере готовности их операндов. Как только будут вычислены операнды команды, она может захватывать свободное операционное устройство и выполнять предписанную ей операцию. В этом случае последовательность, в которой выполняются команды, уже не является детерминированной.

Эта идея заложена в машинах Pentium MMX, Pentium PRO, Pentium II, AMD K 5, Cyrix 6 * 86 и в моделях Pentium III, Pentium 4, Athlon и Celeron.

9.3.4. Классификация архитектур ВС

Многопроцессорные системы МПВС, ориентированные на достижение сверхбольших скоростей работы, содержат десятки или сотни сравнительно простых процессоров с упрощёнными блоками управления.

Отказ от универсальности применения таких ВС и специализация их на определённом круге задач, допускающих эффективное распараллеливание вычислений, позволяет строить их с регулярной структурой связей между процессорами.

Удачной является классификация Флина, которая строится по признаку одинарности или множественности потоков команд и данных (см. [10]).

Структура **ОКОД (один поток команд, один поток данных)** или SISD (Single Instruction stream, Single Data stream) используется в однопроцессорных ЭВМ.

Структура **ОКМД (один поток команд, много потоков данных)** или SIMD (Single Instruction stream, Multiple Data stream) используется в **матричных МПВС**. Система содержит число одинаковых сравнительно простых быстродействующих процессоров, соединённых друг с другом и с памятью данных регулярным образом так, что образуется сетка (матрица), в узлах которой размещаются процессоры. Здесь возникает сложная задача распараллеливания алгоритмов решаемых задач для обеспечения загрузки процессоров. В ряде случаев эти вопросы лучше решаются в конвейерной системе.

Структура **МКОД (много команд, один поток данных)** или MISD используется в **конвейерных МПВС**.

Система имеет регулярную структуру в виде цепочки последовательно соединённых процессоров или специальных вычислительных блоков (СВБ), так что информация на выходе одного процессора является входной информацией для следующего в конвейерной цепочке. Процессоры (или СВБ) образуют конвейер, на вход которых одинарный поток данных доставляет операнды из памяти. Каждый процессор обрабатывает соответствующую часть задачи, передавая результаты соответствующему процессору, который использует их в качестве исходных данных.

Таким образом, решение задач для некоторых исходных данных развёртывается последовательно в конвейерной цепочке. Это обеспечивает подтверждение каждому процессору своего потока команд, т.е. имеется множественный поток команд.

Существует несколько типов **МКМД (много команд, много данных)**. К ним относятся мультипроцессорные системы, системы с мультиобработкой, многомашинные системы, компьютерные сети.

9.3.5. Типы мультипроцессорных систем

В зависимости от того, как устроен коммутатор, существует три типа мультипроцессорных систем.

1. Системы с шинной коммутацией. Достоинство данной архитектуры – её простота, недостаток – при работе возникают ограничения в передаче команд и данных по шине.

2. Системы с матричной коммутацией. Достоинство этой архитектуры – высокое быстродействие, недостаток – дороговизна. В этой архитектуре число процессоров обычно невелико, функции коммутатора распределены по запоминающим устройствам, в результате чего коммутаторы являются самыми дорогими блоками. Расширение системы зависит от количества портов запоминающих устройств и достигается очень сложно.

3. Система с много портовой памятью. В этой архитектуре число процессоров невелико, функции коммутатора распределены по запоминающим устройствам, в результате чего они самые дорогие. Расширение системы зависит от количества портов запоминающих устройств и реализуется очень сложно.

9.4. ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Заполнение информацией базы данных (БД) представляет интерес для десятков и сотен организаций, использующих эту информацию. Можно перенести на свою ВС копию этой информационной БД, но это вызовет занятие большого объёма ВЗУ, а может быть нужна не вся информация из БД.

Базу нужно пополнять, убирая устаревшую информацию, поэтому у БД должен быть хозяин, который этим будет заниматься. Дешевле получить справку или «выписку» из БД, чем держать у себя всю БД и получать информацию для неё и корректировать. Это вызвало разработку концепции распределённых БД. Можно получать данные в виде файлов на машинных носителях, в форме графиков, распечаток, в форме телеграмм по общественным каналам связи. Но дешевле получать через специальный канал связи прямо в свою ЭВМ. Это привело к созданию общей вычислительной сети.

9.5. ЛОКАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ ЭВМ

Вычислительные сети создаются в целях объединения информационных ресурсов нескольких компьютеров. Ресурсы компьютера – это, прежде всего, память, в которой хранится информация, и производительность процессора, определяющая скорость обработки данных. Общая память и производительность сети как бы распределены между входящими в неё ЭВМ. Это породило такие понятия и методы, как распределённые базы и банки данных, распределённая обработка данных.

Вычислительные сети принято делить на 2 класса: локальные (ЛВС) и глобальные (ГВС).

Под ЛВС понимают распределённую вычислительную систему, в которой передача данных между компьютерами не требует специального устройства, а достаточно электрически соединить ЭВМ с помощью кабелей и разъёмов. Так как электрический сигнал ослабевает при передаче по кабелю, то длина кабеля ограничена и ограничено пространство. Длина кабеля не более 1 км. Это ограничивает область применения таких ЛВС. Пример использования – службы управления предприятием. Там осуществляется обмен информацией между этими службами и другими структурами.

Глобальные сети объединяют ресурсы компьютеров, расположенные на значительном расстоянии друг от друга, а потому приходится добавлять специальные устройства для передачи данных без искажения и по назначению. Эти устройства могут быть как пассивными коммутаторами, соединяющими кабели, так и достаточно мощными ЭВМ, выполняющими функции выбора оптимальных маршрутов при передаче данных. Здесь могут быть объединены ЭВМ в рамках района, города, региона, страны и т.д.

Отдельные локальные и глобальные сети могут быть объединены между собой, тогда возникает сложная сеть, которую называют распределённой сетью. Линии связи вместе с устройствами передачи и приёма данных называют каналами связи, а устройства, производящие переключение потоков данных в сети, называют узлами коммутации.

9.5.1. Базовые топологии локальных компьютерных сетей

Термин «топология сетей» характеризует физическое расположение компьютеров, узлов коммутации и каналов связи в сети. Описание есть в [1].

Проблема синтеза структуры сети (топология) до сих пор не решена до конца. Все сети строятся на основе 3 базовых топологий: «звезда» (star), «кольцо» (ring) и «шина» (bus). В топологии «шина» (см. рис. 10), широко применяемой в локальных сетях, все РС подключены к единому каналу связи с помощью трансиверов (приёмопередатчиков). Канал оканчивается с двух сторон пассивными терминаторами, поглощающими передаваемые сигналы. Данные от передающего компьютера здесь передаются всем РС сети, но воспринимаются только тем РС, адрес которого дан в передаваемом сообщении, причём в каждый момент только один РС может вести передачу.

«Шина» – пассивная топология, так как РС только «слушают» передаваемые по сети данные, никуда не перемещают и при выходе из строя одного ПК это не отражается на работе сети – это достоинство. Вторым достоинством является высокая расширяемость и экономичность в организации каналов связи. Недостаток – уменьшение пропускной способности сети при значительных объёмах трафика (объёмах данных).

Топология «звезда» характерна тем, что в ней все узлы РС соединены с одним центральным узлом. Достоинства этой топологии в экономичности и удобстве с точки зрения управления взаимодействием компьютеров (абонентов). Она легко расширяется. Недостаток: при выходе из строя центрального узла прекращает работу вся сеть. В топологии «кольцо» РС подключаются к повторителям сигналов (репитерам), связанным в однонаправленное кольцо (см. рис. 12 – на нём есть и кольцо).

По методу доступа к каналу связи (среде передачи данных) различают два основных типа кольцевых сетей: маркерное и тактированное кольцо.

В маркерных кольцевых сетях по кольцу передаётся специальный управляющий маркер (метка), разрешающий передачу сообщений из компьютера, который им «владеет». Если РС получил маркер, и у него есть сообщение для передачи, то он «захватывает» маркер и передаёт сообщение в кольцо. Данные проходят через все повторители, пока не окажутся на повторителе с указанным адресом в данных, к которому обращается РС. Получив подтверждение, передающий РС создаёт новый маркер и возвращает его в сеть. При отсутствии у РС сообщения для передачи он пропускает движущийся по кольцу маркер. В тактированном кольце по сети непрерывно вращается замкнутая последовательность тактов – специально закодированных интервалов фиксированной длины. В каждом такте есть бит-указатель занятости. Свободные такты могут заполняться передаваемыми сообщениями по мере необходимости, либо за каждым узлом могут закрепляться определённые такты. Достоинство – равенство компьютеров по доступу к сети и высокая расширяемость. Недостаток – выход из строя всей сети при выходе из строя одного повторителя и остановка работы сети при изменении её конфигурации. В настоящее время часто используются комбинированные тополо-

гии. Например, объединяются с помощью магистральной шины несколько звездообразных сетей (см. рис. 11).

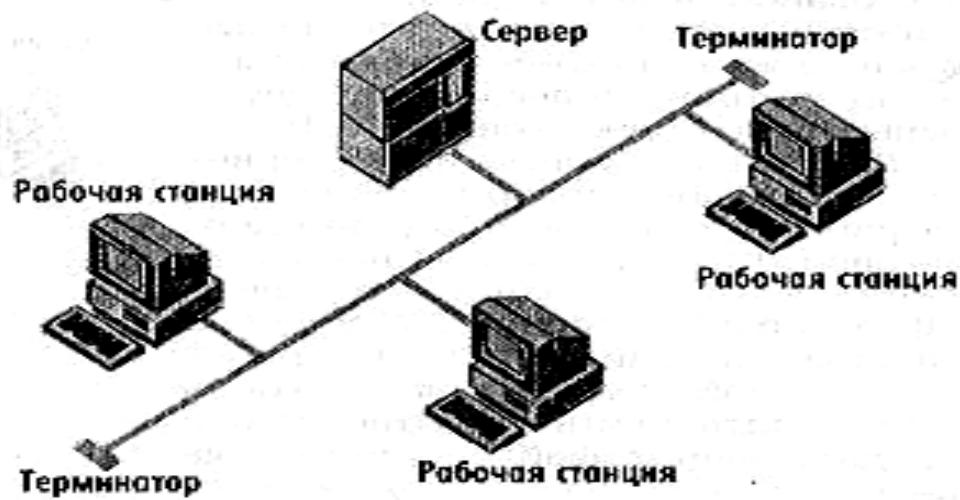


Рис. 10. Топология «шина»

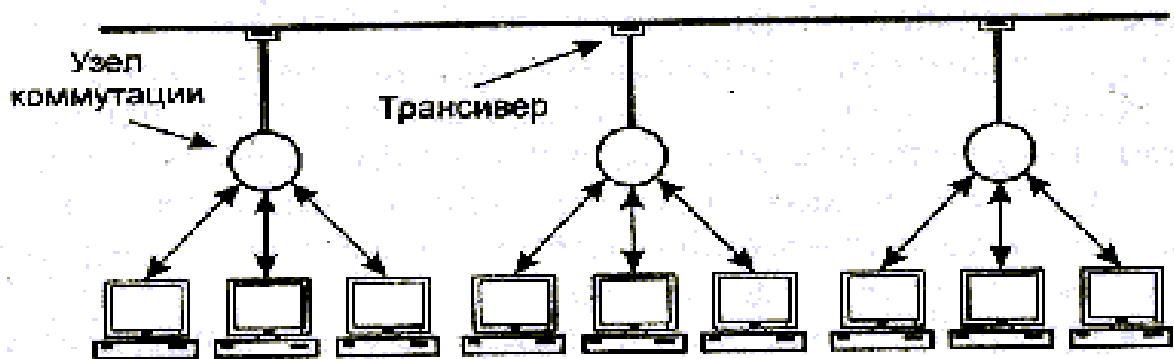


Рис. 11. Топология «звезда – шина»

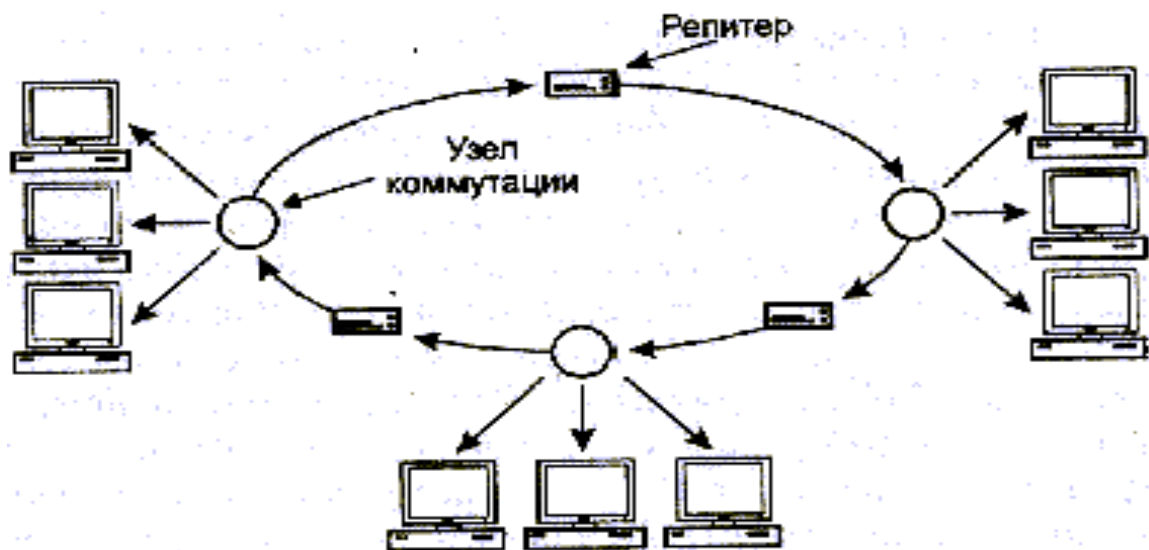


Рис. 12. Топология «звезда – кольцо»

При топологии «звезда – кольцо» несколько звездообразных сетей соединяются своими центральными узлами коммутации в кольцо (см. рис. 12).

Расширение любых локальных сетей невозможно производить до бесконечности из-за удлинения линий связи. Необходимо расчленять сети и создавать распределённые сети, в которых компонентами будут служить не отдельные РС, а отдельные локальные сети, иногда называемые сегментами.

9.5.2. Топология глобальных вычислительных сетей

Узлами коммутации таких сетей являются активные концентраторы (К) и мосты (МСТ) – устройства, коммутирующие линии связи и одновременно усиливающие проходящие через них сигналы. Описание работы есть в [1].

Мосты, кроме того, ещё и управляют потоками данных между сегментами сети. При соединении РС или любых сетей, удалённых на большие расстояния, используются каналы связи и устройства коммутации, называемые маршрутизаторами (М) и шлюзами (Ш) (см. Рис. 13.).

Маршрутизаторы взаимодействуют друг с другом и соединяются между собой каналами связи, образуя распределённый магистральный канал связи.

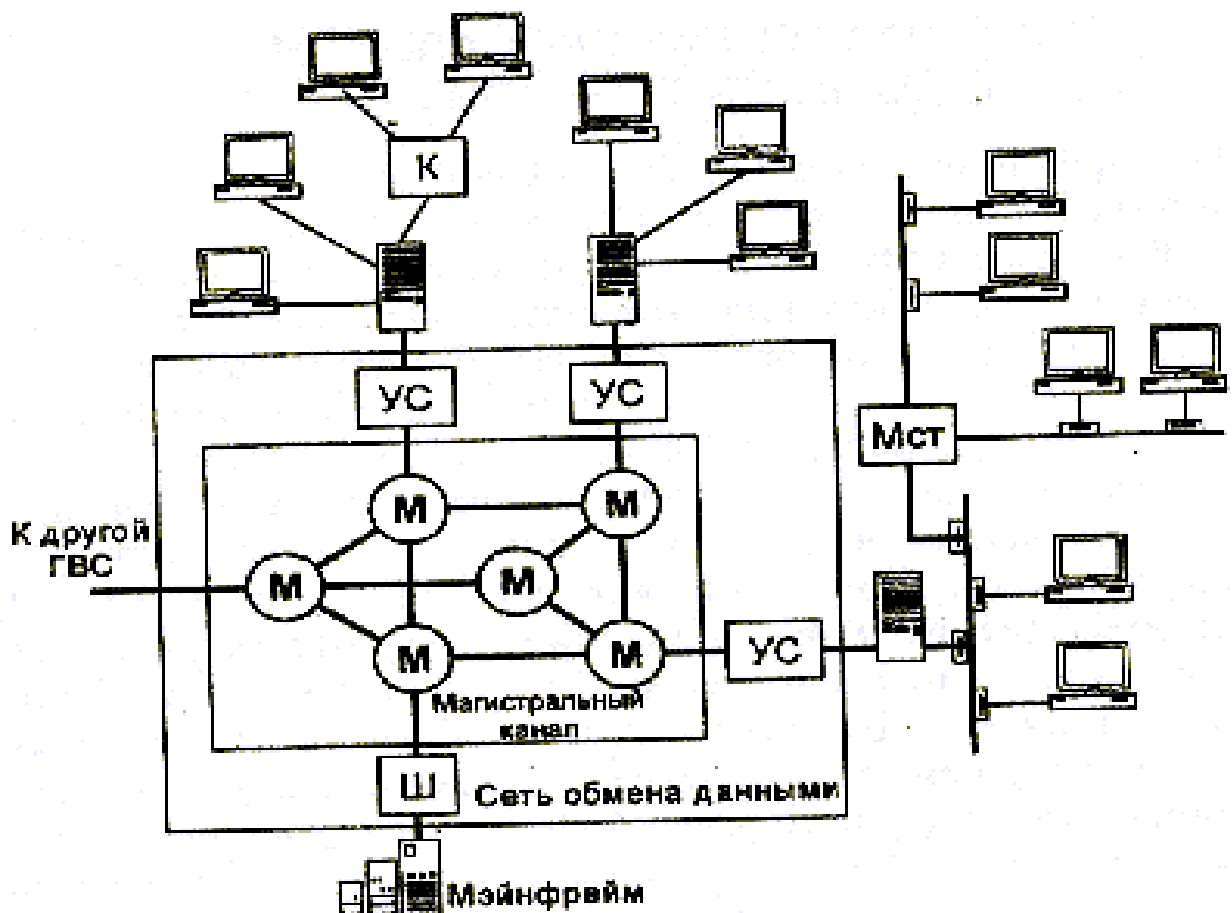


Рис. 13. Типовая топология глобальной ИВС

Для согласования параметров данных (форматов, уровней сигналов, протоколов и т.п.), передаваемых по магистральному каналу связи, между маршрутизаторами и терминальными компонентами включаются устройства

сопряжения (УС). При подключении к магистральному каналу вычислительных сетей, которые невозможно согласовать с помощью стандартных устройств сопряжения, используются стандартные средства, называемые шлюзами.

Терминальными абонентами называют отдельные РС, локальные или распределённые сети, через маршрутизаторы, подключенные к магистральному каналу.

Глобальные сети могут объединяться между собой путём соединения через маршрутизаторы магистральных каналов, что, в конечном итоге, приводит к созданию мировой (действительно глобальной) информационно-вычислительной сети.

9.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего нужны параллельные системы в ЭВМ?
2. Что такое многомашинные и многопроцессорные системы?
3. Что такое классификация ЭВМ по Флину?
4. Какие типы микропроцессорных систем известны?
5. Что такое топология «звезда»?
6. Что такое топология «кольцо»?
7. Что такое топология «шина»?
8. Чем глобальная сеть отличается от локальной сети?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие описывает только основные компоненты персонального компьютера и их сетей. Объём учебного пособия не даёт возможности осветить работу остальных устройств, которые можно использовать в РС: цифровых камер, портативных компьютеров и т.д.

В списке рекомендованной литературы есть описания всех выше перечисленных устройств, а также способы их подключения к РС и даже устранения мелких неполадок в домашних условиях без привлечения специалиста-электронщика. Пособие рассчитано на пользователя компьютера, которым может быть любой студент (не только специальности «Информационные системы»). Оно позволяет получить представление о внутреннем устройстве тех «ящиков», которые студент видит во время работы компьютера.

На занятиях он осваивает содержимое этих «ящиков» и после окончания курса он имеет представление о работе всех составляющих компьютер устройств. Это помогает в работе на компьютере. Используя литературу из предложенного списка, студент может сам модернизировать свой компьютер. Дерзайте, ибо только от Вашего желания зависит модернизация Вашего компьютера!

Надеюсь, что данное пособие позволило вам освоить архитектуру РС и ознакомило с архитектурами сетей.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Архитектура ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 718 с.
2. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энцикл. – СПб.: Питер, 2001. – 816 с.
3. Жаров А. Железо IBM 2000. 7-е. изд. – М.: Микроарт, 2000. – 360 с.
4. Жаров А. Железо IBM 2001. 8-е. изд. – М.: Микроарт, 2001. – 368 с.
5. Колесниченко О., Шишигин И. Аппаратные средства PC. 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2001. – 847 с.
6. Новиков Ю., Черепанов А. Персональные компьютеры: аппаратура, системы, Интернет: Учеб. курс. – СПб.: Питер, 2001. – 464 с.
7. Смирнов А.Д. Архитектура вычислительных систем: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, Физматлит, 1990. – 320 с.
8. Унру Н.Э. Основы организации ЭВМ и систем: Учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 1999. – 113 с.
9. Фролов А.В., Фролов Г.В. Защищённый режим процессоров Intel 80286/80386/80486. Практическое руководство по использованию защищённого режима. – М.: Диалог-МИФИ, 1993. – 240 с.
10. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 668 с.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветров С. «Компьютерное железо» – СПб.: Питер, 2001. – 328 с.
2. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2001. – М.: Олла-Пресс, 2001. – 847 с.
3. Нортон П., Гудман Дж. Внутренний мир персональных компьютеров. – 8-е изд. /Пер. с англ/. – Киев: Диа-Софт, 1999. – 584 с.
4. Нортон П., Гудман Дж. Персональный компьютер. Аппаратно-программная организация. Кн. 1./ Пер. с англ/. – Киев: Диа-Софт, 2001. – 628 с.
5. Шагурин И.И., Бердышев Е.М. Процессоры семейства Intel P6. Pentium, Pentium II, Pentium III и др. – СПб.: Питер, 2001. – 260 с.
6. CHIP. Журнал информационных технологий. – Vogel Burda Communications: Мюнхен, Германия, 2004, 2005, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРЕ.....	4
1.1. ТЕРМИНОЛОГИЯ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ РС.....	4
1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ РС.....	5
1.3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РС.....	6
1.4. ОБЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА.....	7
1.5. ТИПЫ КОРПУСОВ РС.....	7
1.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	9
2. СИСТЕМНЫЙ БЛОК.....	10
2.1. ВНЕШНИЙ ВИД СИСТЕМНОГО БЛОКА.....	10
2.2. БЛОК ПИТАНИЯ.....	10
2.3. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМНОЙ ПЛАТЫ.....	11
2.4. ШИНЫ.....	16
2.4.1. Назначение линий шины.....	16
2.4.2. Шины ввода / вывода.....	17
2.4.3. Последовательные и параллельные порты.....	20
2.5. БАЗОВАЯ СИСТЕМА ВВОДА / ВЫВОДА ROM BIOS.....	22
2.5.1. Тест начального включения.....	23
2.5.2. Векторы прерываний системы BIOS.....	23
2.6. CHIPSET НА МАТЕРИНСКОЙ ПЛАТЕ.....	25
2.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	27
3. ПРОЦЕССОР.....	27
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОРОВ.....	27
ПРОЦЕССОРЫ ШЕСТОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	28
ПИТАНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ПРОЦЕССОРА.....	30
3.4. СТРУКТУРА МИКРОПРОЦЕССОРА.....	31
3.5. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМАНДЫ.....	32
3.6. РЕГИСТРЫ.....	33
3.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	35
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ ЭВМ.....	35
4.1. ПРИНЦИП РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ.....	35
4.2. ТИПЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ.....	39
4.3. СТАТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ.....	41
4.4. МОДУЛИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАМЯТИ.....	43
4.5. ПАМЯТЬ ДЛЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	44
4.6. СТЕКОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ.....	45
4.7. ВИРТУАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ.....	45
4.8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	46
5. АРИФМЕТИЧЕСКО-ЛОГИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО.....	46
5.1. КОНСТРУКЦИЯ АЛУ.....	46
5.2. РЕАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ РС.....	48
5.2.1. Прерывания в реальном режиме.....	48

5.2.2. Адресация памяти в реальном режиме.....	49
5.3. РАБОТА МНОГОПРОГРАММНЫХ РС.....	51
5.3.1. Прерывания защищённого режима	51
5.3.2. Таблица прерываний защищённого режима	51
5.3.3. Адресация памяти в защищённом режиме.....	53
5.4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	57
6. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА.....	57
6.1. ПАМЯТЬ НА ГИБКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ.....	57
6.2. ПАМЯТЬ НА ЖЕСТКИХ ДИСКАХ.....	59
6.3. УСТРОЙСТВА МАССОВОЙ ПАМЯТИ НА СМЕННЫХ НОСИТЕ-	
ЛЯХ.....	62
6.3.1. Дисководы лазерных дисков с приводом CD-ROM.....	62
6.3.2. Приводы лазерных дисков с функцией записи.....	63
6.3.3. Лазерные диски повышенной плотности.....	64
6.3.4. Дисководы ZIP, JAZ, ORB.....	65
6.3.5. Дисковод LS-120.....	65
6.3.6. Дисководы магнитооптических дисков.....	65
6.4. УСТРОЙСТВА ФЛЕШ-ПАМЯТИ	66
6.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	67
7. ВИДЕО- И АУДИОСИСТЕМА РС.....	67
7.1. ДИСПЛЕЙ С ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКОЙ.....	67
7.2. ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МОНИТОРЫ.....	71
7.3. ПЛАЗМЕННЫЕ ДИСПЛЕИ.....	73
7.4. ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ.....	73
7.5. МОНИТОРЫ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ.....	74
7.6. ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОДИОДНЫЕ МОНИТОРЫ.....	74
7.7. ВИДЕОАДАПТЕРЫ.....	74
7.8. ОБЪЁМ ВИДЕОПАМЯТИ.....	76
7.9. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВИДЕОАДАПТЕРОВ.....	76
7.10. 3D-АКСЕЛЕРАТОРЫ.....	78
7.11. ЗВУКОВАЯ КАРТА.....	79
7.12. МОДУЛИ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗВУКА.....	79
7.13. СПЕЦИФИКАЦИЯ AUDIO CODEC 97.....	80
7.14. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	81
8. УСТРОЙСТВА ВВОДА/ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ	81
8.1. КЛАВИАТУРА.....	81
8.2. МЫШЬ.....	81
8.3. ПЕЧАТАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА.....	82
8.4. МОДЕМ И ФАКС-МОДЕМ.....	84
8.5. СКАНЕРЫ.....	85
8.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	86
9. МНОГОПРОЦЕССОРНЫЕ И МНОГОМАШИННЫЕ ВС.....	86
9.1. АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РС РАЗЛИЧ-	
НЫХ КЛАССОВ.....	86

9.2. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ.....	87
9.3. ПОНЯТИЕ О МНОГОМАШИННЫХ И МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВС.....	88
9.3.1. Конвейерная обработка информации.....	89
9.3.2. Векторная обработка информации.....	89
9.3.3. Концепция потоковых ВС.....	90
9.3.4. Классификация архитектур ВС.....	90
9.3.5. Типы мультипроцессорных систем.....	91
9.4. ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ..	92
9.5. ЛОКАЛЬНЫЕ И ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ ЭВМ.....	92
9.5.1. Базовые топологии локальных компьютерных сетей.....	93
9.5.2. Топология глобальных вычислительных систем.....	95
9.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	97
СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	97