

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

“Оренбургский государственный университет”

Ю.И.СИНИЦЫН

ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов очно-заочного обучения, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 220100 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Оренбург 2005

УДК 004.35(07)
ББК 32.973.26-04я7
С 38

Рецензент

доктор технических наук, профессор Н.А. Соловьев

Синицын Ю.И.

**С-38 Периферийные устройства: учебное пособие/ Синицын Ю.И.-
Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 177 с.**

Учебное пособие предназначено для выполнения практических и лабораторных работ по курсу “Интерфейсы периферийных устройств” для студентов четвертого курса по специальности 220100

2404020000

С -----

ISBN

© Синицын Ю.И. 2005
© ГОУ ОГУ, 2005

Содержание

	Введение.....	6
1	Источники бесперебойного питания.....	8
1.1	Назначение.....	8
1.2	Классификация.....	8
1.3	Характеристики ИБП.....	12
1.4	Вопросы.....	14
2	Модемы.....	15
2.1	Назначение модемов.....	15
2.2	Классификация модемов.....	15
2.3	Аппаратное обеспечение модемов.....	16
2.4	Асинхронная и синхронная связь.....	17
2.5	Принцип работы.....	18
2.6	Модуляция.....	22
2.7	Протоколы.....	23
2.8	Интерфейс модема и DTE.....	27
3	Вопросы.....	28
3.1	Съемные накопители.....	29
3.2	Классификация и основные характеристики ВЗУ.....	29
3.3	Дискеты.....	30
3.4	Zip накопители.....	31
3.5	Стримеры.....	32
3.6	Магнитооптические диски.....	35
3.7	CD ROM.....	36
3.8	Вопросы.....	41
4	Жесткие диски.....	41
4.1	Назначение.....	41
4.2	Физическое устройство.....	41
4.3	Основные физические и логические параметры ЖД.....	43
4.4	Контроллеры жестких дисков.....	47
4.5	Физическое хранение, методы кодирования информации.....	48
4.6	Интерфейсы жестких дисков.....	50
4.7	Логическое хранение и кодирование информации.....	52
4.8	Физическое и логическое подключение жестких дисков.....	52
4.9	Работа накопителя.....	53
4.10	Эксплуатация и обслуживание жестких дисков.....	56
4.11	Компоненты магнитного накопителя типа «винчестер».....	56
4.12	Алгоритм взаимодействия программы и жесткого диска (запрос на запись или чтение).....	57
4.13	Структурная схема ЖМД IDE AT.....	58
4.14	Вопросы.....	59
5	Сканеры.....	60
5.1	Ручные сканеры.....	61
5.2	Настольные сканеры.....	61

5.3	Принцип работы и схемы сканеров.....	62
5.4	Аппаратные интерфейсы сканеров.....	66
5.5	Вопросы.....	67
6	Устройства графического ввода информации.....	67
6.1	Назначение и классификация устройств графического ввода информации.....	67
6.2	Работа устройства графического ввода.....	70
6.3	Вопросы.....	73
7	Принтеры.....	73
7.1	Классификация.....	73
7.2	Игольчатые принтеры.....	74
7.3	Струйные принтеры.....	76
7.4	Термические принтеры.....	78
7.5	Сублимационные и термовосковые принтеры.....	79
7.6	Лазерные технологии печати.....	80
7.7	Состав и работа матричного принтера.....	82
7.8	Вопросы.....	85
8	Плоттеры.....	86
8.1	Назначение.....	86
8.2	Перьевые плоттеры.....	87
8.3	Струйные плоттеры.....	88
8.4	Электростатические плоттеры.....	89
8.5	Плоттеры прямого вывода изображения.....	90
8.6	Плоттеры на основе термопередачи.....	90
8.7	Лазерные плоттеры.....	91
8.8	Основные параметры плоттеров.....	91
8.9	Параметры производительности.....	92
8.10	Память.....	93
8.11	Форматы данных.....	93
8.12	Чертежные характеристики.....	94
8.13	Вопросы.....	95
9	ОЗУ.....	96
9.1	Статическая память.....	96
9.2	Динамическая память.....	98
9.3	Вопросы.....	105
10	Звуковые платы.....	105
10.1	Назначение.....	105
10.2	Мультимедиа.....	106
10.3	Интерфейс MIDI.....	106
10.4	Запись.....	106
10.5	Частотная характеристика.....	107
10.6	Дискретизация.....	107
10.7	8- и 16-разрядные звуковые платы.....	108
10.8	Характеристики звуковых плат.....	108
10.9	Многофункциональные сигнальные процессоры.....	109

10.10	Краткий словарь терминов.....	110
10.11	Устройство и функционирование звуковых плат.....	111
10.12	Вопросы.....	113
11	Клавиатура.....	113
11.1	Скан-коды.....	115
11.2	Системная поддержка клавиатуры.....	115
11.3	Интерфейс клавиатуры.....	117
11.4	Контроллер клавиатуры PC/AT 8042.....	118
11.5	Принципы работы клавиатуры.....	120
11.6	Вопросы.....	123
12	Видеоадаптеры.....	124
12.1	Вопросы.....	132
13	<i>Мониторы</i>	132
13.1	Классификация по способу формирования изображения.....	132
13.2	Размеры экранов.....	138
13.3	Словарь терминов.....	138
13.4	Разъем монитора VGA.....	139
13.5	Разъем монитора SVGA.....	140
13.6	Устройство LCD-мониторов "Samsung SyncMaster 570S/580S TFT" ...	140
13.7	Вопросы.....	146
14	Интерфейсы.....	147
14.1	Последовательные интерфейсы.....	147
14.1.1	Последовательная передача данных.....	148
14.1.2	Последовательный интерфейс RS232C.....	149
14.1.3	Последовательный интерфейс RS-485 и RS-422.....	155
14.1.4	Последовательный инфракрасный порт SIR.....	159
14.1.5	Вопросы.....	159
14.2	Параллельный интерфейс.....	160
14.2.1	Вопросы.....	169
14.3	Интерфейс USB.....	170
14.3.1	Технические характеристики.....	170
14.3.2	Кабели и разъемы.....	171
14.3.3	Вопросы.....	176
	Список использованных источников.....	177

Введение

Под периферийным устройством (ПУ) понимают любое устройство, конструктивно отделенное от микропроцессора и основной памяти, имеющее собственное управление и выполняющее запросы микропроцессора без его вмешательства /5/.

Периферийные устройства по функциональному признаку делятся на две основные группы - внешние запоминающие устройства и устройства ввода/вывода.

По степени важности ПУ делятся на основные и дополнительные. Основные ПУ являются неотъемлемой частью любого ПК: монитор, клавиатура, запоминающее устройство, магнитный накопитель. Остальные ПУ, без которых можно обойтись, считаются дополнительными.

Три класса задач, которые решает ПЭВМ с использованием ПУ:

- научно-технические (расчеты);
- информационно-справочные;
- управление объектами и процессами.

Они различаются характеристиками алгоритмов и требуемой точностью расчетов, допустимыми интервалами времени на получение результата.

Класс научно-технических задач характеризуется весьма сложными алгоритмами, требующими большого количества вычислений и высокой точности. При этом объемы входной и выходной информации сравнительно невелики - на каждое вводимое в ПЭВМ исходное значение приходится десятки и сотни операций обработки.

Научно-технические задачи выполняются в режимах индивидуального пользования ПЭВМ и пакетной обработки. Этот класс можно отнести к задачам с неограниченным допустимым временем решения.

Класс задач информационно-справочного, логического и статистического характера иногда называются задачами обработки данных. Для задач этого класса характерны сравнительно короткие алгоритмы обработки и значительные объемы входной и выходной информации.

Класс задач управления объектами и процессами, решается в режиме реального времени, т.е. за predetermined интервал времени или к заданному сроку, определяемому характером процесса управления; они требуют быстрой реакции на изменение его параметров. Информация во внешней среде наиболее часто представлена в виде аналоговых сигналов, ввод и вывод которых осуществляется устройствами сопряжения с объектом (УСО).

ПУ подсоединяются к системной шине через адаптер (контроллер) периферийного устройства, порт ввода/вывода /5/.

Адаптер (контроллер) ПУ выполняет две основные функции:

- осуществляет непосредственное управление ПУ по запросам МП;
- обеспечивает согласование интерфейса ПУ с системной шиной.

Порт ввода/вывода выполняет роль "места" на системной шине, которому подключается адаптер /контроллер/ периферийного устройства. Каждый порт имеет свой адрес. Одному ПУ может быть предписано несколько портов ввода/вывода.

Адаптеры и контроллеры основных ПУ стандартно встраиваются в ПК. Дополнительные ПУ могут подключаться к ПК через свои адаптеры, устанавливаемые в гнезда расширения в ПК, либо через коммуникационные порты, играющие роль адаптеров и поддерживающие стандартные интерфейсы.

Имеется два типа коммуникационных портов - последовательные порты, обеспечивающие побитовый обмен информации с медленнодействующими или достаточно удаленными периферийными устройствами и параллельные порты, служащие для обмена байтами с более быстрыми ПУ.

Периферийные устройства классифицируются по способу представлению преобразуемой информации, по функциональному назначению и направлению обмена, по быстродействию и характеру цикла, по способу использования одним или несколькими пользователями /9/.

По способу представления информации все ПУ можно разделить на устройства ввода-вывода речевой, графической или текстовой информации, ввода-вывода аналоговых сигналов, внешней памяти и систем межмашинных связей. В зависимости от направления обмена все ПУ делят на устройства ввода, устройства вывода и двухстороннего обмена. В отдельную функциональную группу принято выделять устройство подготовки данных, входящих в состав системы подготовки данных и непосредственно не связанные с ПЭВМ. Каждая из перечисленных функциональных групп включает в себя широкую номенклатуру ПУ, различающаяся характеристиками, параметрами и принципами действия. Так, в группу устройств ввода входят устройства ввода алфавитно-цифровой информации с носителя, с первичного документа (читающие устройства: сканеры, АЦП), клавиатуры, устройства ввода графической и речевой информации, АЦП и т.д. Группа устройств вывода включает в себя печатающие устройства, устройства отображения, синтезаторы речи, графопостроители, ЦАП, устройства микрофильмирования.

Данное пособие предназначено для студентов специальности 220100, обучающиеся по специальности «Вычислительные машины, комплексы и сети» и рассматривает вопросы, связанные с составом и конструктивными особенностями периферийных компонент вычислительной техники. Рассмотрены и описаны различные узлы и компоненты персональных компьютеров. В пособии представлены структурные схемы различных периферийных узлов, от источников бесперебойного питания до интерфейсов, используемых в вычислительной технике.

1 Источники бесперебойного питания

1.1 Назначение

Обеспечить работу нагрузки при полном отключении электропитания (blackout) могут только устройства, называемые UPS (Uninterruptible Power Supply), или ИБП (Источник бесперебойного питания). Функционально такой прибор практически всегда состоит из устройства подавления помех (фильтра), зарядного устройства, батареи аккумуляторов и преобразователя напряжения (постоянное - переменное). На рисунке 1.1, приведена схема классического ИБП.

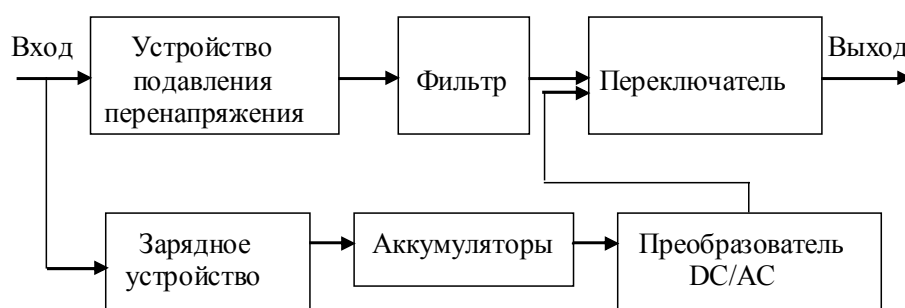


Рисунок 1.1 - Схема классического ИБП

1.2 Классификация

ИБП можно так же классифицировать по разным признакам, в частности, по мощности и по типу действия /6/. Оба этих метода тесно связаны друг с другом. По мощности ИБП делятся на:

- малой и средней мощности (с полной мощностью 3-5 кВА);
- средней мощности (с полной мощностью 5-10 кВА);
- большой мощности (с полной мощностью 10-1000 кВА).

Рассмотрим наиболее распространенную группу ИБП малой и средней мощности, которая в свою очередь делится на три категории:

- резервные (off-line или standby);
- линейно-интерактивные (line-interactive);
- ИБП с двойным преобразованием напряжения (on-line).

Источники резервного типа (off-line или standby) выполнены по схеме коммутирующим устройством, которое в нормальном режиме работы обеспечивает подключение нагрузки непосредственно к внешней питающей сети, а в аварийном — переводит ее на питание с аккумуляторных батарей. Достоинством ИБП такого типа можно считать его простота, а недостатком — ненулевое время переключения на питание от аккумуляторов (около 4 мс).

ИБП, относящиеся к данной группе, в свою очередь могут быть поделены на две подгруппы: standby hybrid UPS и standby-ferro UPS (гибридные и феррорезонансные).



Рисунок 1.2 - Блок-схема UPS Off-Line

При нормальном напряжении нагрузка получает питание от сети, выпрямитель обеспечивает подзарядку аккумулятора. При пропадании входного напряжения включается инвертор и нагрузка переключается на него за несколько миллисекунд. По восстановлению входного напряжения происходит обратное переключение, аккумулятор снова подзарядается.

Основным узлом феррорезонансных моделей ИБП является феррорезонансный трансформатор, который имеет две первичных обмотки (рисунок 1.3). В нормальном режиме работы напряжение от сети поступает через переключатель на одну из первичных обмоток трансформатора, а при сбое питания - от аккумулятора через преобразователь на другую. Наличие феррорезонансного преобразования позволяет гарантировать высокий уровень

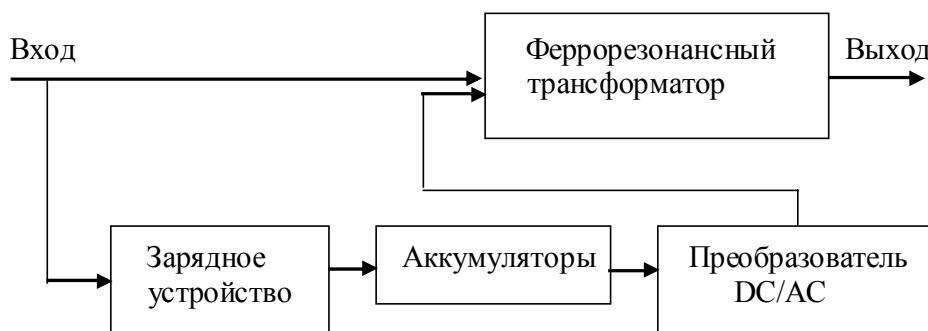


Рисунок 1.3 - Феррорезонансный ИБП

гальванической развязки, практически синусоидальную форму выходного напряжения, а также исключить в электропитании импульсные помехи /7/.

Линейно-интерактивные (line-interactive) работают аналогично Off-Line, но имеют дополнительную возможность ступенчатой стабилизации при длительных проседаниях входного напряжения с помощью бустера (обычно посредством перекоммутации первичных обмоток входного трансформатора).

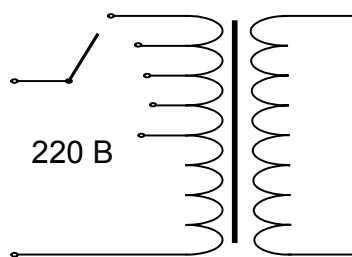


Рисунок 1.4 – Коммутация первичных обмоток трансформатора

Функциональная блок-схема, поясняющая принцип действия UPS, использующих топологию line-interactive (интерактивные ИБП), приведена на рисунке 1.5. Одним из основных отличий от классической топологии standby UPS является, например, наличие узла Smart-Boost. Это позволяет при кратковременных провалах (brownout) напряжения до 12% от номинального не переходить на питание от аккумуляторов, а “вытягивать” уровень выходного напряжения за счет усиления входного. Преимущества такого технического решения особенно ярко проявляются при “грязной” электросети. Обычный резервный ИБП даже при кратковременном падении входного напряжения переключается на резервную “ветку” с аккумулятором, так как он должен обеспечить стабильное выходное напряжение. Если “провалы” входного напряжения следуют достаточно часто, ИБП начинает работать практически на аккумуляторах, которые сравнительно быстро (в зависимости от нагрузки) разряжаются.



Рисунок 1.5 – Линейно-интерактивный ИБП

Другим отличием от классической схемы является то, преобразователь напряжения (DC/AC) постоянно подключен к выходу ИБП. Таким образом, при размыкании переключателя на выходе уже присутствует соответствующее напряжение питания.

ИБП с двойным преобразованием напряжения. Постоянно включенные ИБП (работающие в режимах on-line) обеспечивают энергоснабжение подключенных устройств от батареи аккумуляторов через преобразователь напряжения независимо от состояния электросети, в то время как резервные UPS переходят на такой режим работы только при полном отключении внешнего питающего напряжения.

Для постоянно включенных ИБП в рабочем режиме используется “ветка”, включающая в себя зарядное устройство, аккумуляторы и преобразователь. Таким образом, энергопитание подключенных к такому ИБП устройств происходит от заведомо “чистого” и не зависит от “капризов” электросети. Зарядное устройство в этом случае должно быть достаточно мощным, что приводит к заведомо большим габаритным размерам самого ИБП. Кроме того, требования к электронным компонентам, на которых выполнены функциональные узлы такого ИБП, существенно повышаются. В случае выхода из строя какого-либо компонента рабочей “ветки” подобного ИБП, питание подключенных устройств осуществляется в резервном режиме непосредственно от сети по второй “ветке” через стабилизатор. Из-за высоких требований к компонентам (особенно аккумуляторам) классическая схема включения on-line на практике не используется. Вместо нее применяются различные схемы двойного и тройного преобразования. Так, последняя технология заключается в преобразованиях напряжения: переменное-постоянное, постоянное-постоянное (с использованием широтно-импульсной модуляции) и постоянное-переменное. Заметим, что в нормальном режиме работы в этом случае аккумулятор не разряжается. В частности, это позволяет гарантировать коэффициент гармонических искажений не выше 5% при снижении выходного уровня напряжения даже на 50%.

Эти ИБП (on-line) обладают наилучшими характеристиками, в них нагрузка получает питание всегда от инвертора. Инвертор получает постоянное напряжение от сетевого выпрямителя или аккумулятора, схема обеспечивает высокую стабильность выгодного напряжения при питании как от сети, так и от аккумулятора. Для данной структуры естественна гальваническая развязка входа и выхода и отсутствие переходных процессов на выходе при переключении на резервное питание.

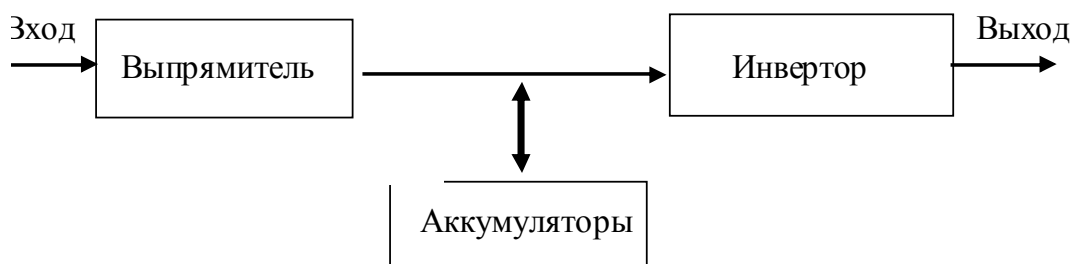


Рисунок 1.6 - Блок-схема UPS On-Line

Для локальных вычислительных сетей большое значение имеет автоматический контроль состояния ИБП, подключенного к серверу. Для этой цели в сетевые операционные системы включаются специальные программы, а ИБП доукомплектовываются соответствующими платами контроля /6/.

Для соединения с ИБП (за исключением встраиваемых) используются обычно либо специальный интерфейс, либо стандартный последовательный интерфейс RS-232, либо mouse-порт (обычно только для PS/2).

Для работы в условиях сильных колебаний питающего напряжения (например, в сельской местности) хорошую защиту обеспечат только UPS классов On-Line или Line-interactive.

От класса, мощности устройства и емкости батарей, определяющей время автономной работы при максимальной нагрузке, существенно зависит цена UPS.

При пропадании сетевого напряжения UPS переключается на резервное питание и обычно подает звуковой сигнал. Для защиты данных компьютера UPS должен иметь возможность передать сигнал о грядущем отключении питания. Сигнал может подаваться аппаратным прерыванием через специальную плату сопряжения с PC или разъем PS/2 Mouse (как варианты у Smart UPS), через COM-порт или встроенный в UPS адаптер ЛВС. Два последних варианта более универсальны и обеспечивают двунаправленный обмен развернутой управляющей и диагностической информацией. При восстановлении питания происходит обратное переключение и батареи подзаряжаются. Если питание не восстановилось за время работы батарей, UPS отключается, а его повторное включение после подачи напряжения может быть ручным или автоматическим.

1.3 Характеристики ИБП

Источники бесперебойного питания имеют следующие параметры:

- выходная мощность;
- число фаз входного и выходного напряжения;
- форму выходного напряжения;
- порог переключения;
- время переключения на резервное питание;
- время работы от резервного источника;
- телеметрия;
- телеуправление;
- планирование включения и выключения.

Выходная мощность. Измеряемая в вольт-амперах и должна быть не меньше, чем сумма мощностей, потребляемых устройствами, которые питаются от данного UPS. При этом следует принимать во внимание не только среднюю потребляемую мощность, которая обычно указывается в паспорте или на задней стенке устройства, а еще и пиковую при включении. Пиковая мощность может превышать среднюю в несколько раз. Особенно это заметно на лазерных принтерах (во время запуска они могут потреблять пятикратную мощность) и именно по этой причине их запрещают питать от UPS. Если в один UPS включены несколько компьютеров с допустимой суммарной потребляемой мощностью, то при их одновременном включении (например, общим выключателем сетевого фильтра) возможна перегрузка и просадка выходного напряжения UPS. При этом некоторые импульсные блоки питания могут и не запуститься. Последовательное включение питания компьютеров собственными выключателями снимает эту проблему.

Число фаз входного и выходного напряжения. Источники небольшой мощности (до единиц кВА), как правило, однофазные. Более мощные источники могут иметь трехфазный вход, и если их входные цепи нагружают сеть по схеме треугольника (а не звезды), то тем самым решается проблема симметрирования нагрузки фаз и перегрузки нулевого провода. Трехфазный выход источника, предназначенного для питания компьютеров и прочих однофазных потребителей, можно рассматривать скорее как недостаток, а не достоинство /8/.

Форма выходного напряжения. Для любых классов UPS существенно качество инвертора, определяющее форму выходного напряжения. В идеале она должна быть синусоидальной. Коэффициент гармоник выходного напряжения у лучших моделей не превышает 3%, у простейших моделей (Back UPS фирмы APC) генерируется меандр, сглаживаемый фильтром нижних частот.

Порог переключения. Уровень напряжения, при котором происходит переключение на резервное питание, влияет на срок эксплуатации батарей, однако его снижение в UPS OFF-LINE, облегчая режим батарей, ухудшает стабильность выходного напряжения.

Время переключения на резервное питание (обычно 1-10 мс). Влияет на стабильность работы подключенной аппаратуры. Если блок питания аппаратуры перегружен (или плохо спроектирован), то просадка напряжения во время переключения может привести к сбою или зависанию.

Время работы от резервного источника. Зависит от емкости, степени заряда батареи и величины нагрузки, должно обеспечивать закрытие приложений на защищаемых компьютерах для предотвращения потери данных.

Важным параметром иногда может являться и возможность «холодного» запуска (при заряженных батареях, но отсутствии входного напряжения).

Аккумуляторные батареи требуют периодической тренировки — циклов заряда и разряда. Если UPS питает устройство от сети, напряжение в которой никогда не пропадает, это может привести к потере работоспособности батарей. Наиболее совершенные модели имеют встроенные средства автоматического запуска тестовых и профилактических процедур, при которых нагрузка на некоторое время переключается на питание от батарей. Некоторые UPS выполняют эту процедуру по команде от модуля программной поддержки, исполняемого на защищаемом компьютере. В этом случае UPS должен соединяться с компьютером специальным интерфейсным кабелем.

Современные модели UPS имеют в своем составе микроконтроллер, который в совокупности со специализированным ПО серверов и станций, поставляемым для конкретных моделей, может предоставлять спектр услуг в зависимости от интерфейса связи UPS с системой.

Телеметрия. Информация о состоянии питающей сети, батареи и других узлов, температуре внутри UPS, величине нагрузки и т. д. передается в систему сбора, обработки и отображения информации. Система может прогнозировать время работы от батарей и соответственно корректировать задержку закрытия сервера.

Телеуправление. Двухнаправленный интерфейс с UPS обеспечивает подачу управляющих команд — отключение, запуск диагностических тестов и т. д.

Планирование включения и выключения. Администратор может задать график работы сервера, указывая время включения и отключения питания на каждый день недели. Программа при наступлении времени отключения посылает предупреждение всем клиентам, через некоторое время инициирует закрытие сервера и программирует UPS на отключение питания через определенный интервал времени и повторное включение в заданное время. После отключения по команде UPS переходит в режим ожидания и своим внутренним таймером отсчитывает время до включения. В заданное время UPS включает питание нагрузки, сервер автоматически загружается, и следующее запланированное отключение произойдет по инициативе программы, работающей на сервере /10/.

Возможности взаимодействия по сети оператора с UPS определяются его ПО. Популярный PowerChute для Smart UPS фирмы APC, On-HNet Basic для UPS фирмы EXIDE обеспечивают вышеперечисленные функции для различных ОС, они вполне удовлетворительны для систем с одним UPS. В системах с более сложным питанием желательно использовать сетевые варианты ПО, обеспечивающие централизованное управление сетями UPS. Для UPS фирмы EXIDE - это OnliNet Network, OnliNet NVX и др.

Диалог UPS с программным модулем возможен, естественно, только при связи компьютера и UPS двухнаправленным интерфейсом. Наиболее распространенный вариант связи - через COM-порт. Многие модели UPS имеют разъем DB9, который обычно и используется интерфейсом RS-232. Однако зачастую назначение его контактов сильно отличается от стандартного.

Некоторую специфику защиты от пропадания питания имеет коммуникационное оборудование. Для обеспечения бесперебойности работы сети все коммуникационные устройства, естественно, должны иметь бесперебойное питание. Для таких элементов сети, как коммутаторы, концентраторы, маршрутизаторы и т. д., обычно невозможно запустить программную поддержку конкретного UPS. В этом случае питающий их UPS должен обеспечить резервное питание на время до аварийного закрытия сервера, для того чтобы можно было успеть аккуратно завершить работу приложений. Весьма полезным свойством внутреннего ПО UPS (или специального адаптера, подключающего один или несколько UPS с интерфейсом RS-232 к среде передачи локальной сети) является поддержка протокола SNMP. Это обеспечивает централизованное управление UPS, питающих коммуникационное оборудование.

1.4 Вопросы

1. По каким признакам классифицируются ИБП?
2. Что представляют собой резервные (off-line или standby) ИБП (схема, работа)?
3. Что представляют собой линейно-интерактивные (line-interactive) ИБП (схема, работа)?

4. Что представляют собой ИБП с двойным преобразованием напряжения (on-line) (схема, работа)?
5. Какие достоинства и недостатки имеют каждые из вышеназванных ИБП?
6. Какие характеристики имеют ИБП?
7. Что такое выходная мощность ИБП?
8. Число фаз входного и выходного напряжения ИБП?
9. Что представляет собой форма выходного напряжения, от чего она зависит, на что влияет?
10. Что такое порог переключения и на что влияет время переключения на резервное питание?
11. Что такое телеметрия и телеуправление?
12. При использовании ИБП ПО через какие интерфейсы он подключается с ПК и для чего?

2 Модемы

2.1 Назначение модемов

Модем - это устройство, которое позволяет обмениваться данными по телефонной линии. В сетевой среде модемы служат для соединения отдельных сетей между собой. Осуществлять связь напрямую через телефонную линию компьютеры не могут, так как обмениваются данными с помощью цифровых электронных импульсов, а по телефонной линии можно передавать только аналоговые сигналы. Модем на передающей стороне преобразует цифровые сигналы в аналоговые и передает их по телефонной линии. Модем на принимающей стороне преобразует входящие аналоговые сигналы в цифровые для компьютера - получателя. Таким образом, передающий модем модулирует цифровой сигнал в аналоговый, а принимающий модем демодулирует аналоговый сигнал в цифровой.

2.2 Классификация модемов

Различают модемы, предназначенные для работы только на выделенных или только на коммутируемых линиях, а так же на тех и других. Различают модемы для цифровых и аналоговых линий. В зависимости от поддерживаемого режима передачи данных, модемы делятся на:

- поддерживающие только асинхронный режим работы;
- поддерживающие асинхронный и синхронный режимы работы;
- поддерживающие только синхронный режим работы.

По исполнению (эта характеристика определяет внешний вид, размеры и размещение модема по отношению к компьютеру).

Внутренний модем - вставляется в компьютер и в свою очередь делятся на контроллерные и бесконтроллерные. К первым принадлежит большинство существующих внутренних модемов предназначенных для ISA интерфейса. Вторые - для PCI интерфейсов. Дальнейшим развитием PCI-модемов являются SOFT-модемы (иначе Win-модемы).

Настольный модем - имеет отдельный корпус и размещается рядом с компьютером, соединяясь кабелем с портом компьютера. Иногда называют внешним модемом, что не совсем правильно, т.к. следующие два типа также являются внешними (т.е. расположенными вне системного блока компьютера).

Портативный модем - схож с настольным модемом, но имеет уменьшенные размеры и автономное питание.

Стоечные модемы — вставляются в специальную модемную стойку, повышающую удобство эксплуатации, когда число модемов превышает десяток.

По характеру применения модемы можно разделить на обычные и профессиональные.

Под обычными модемами будем понимать устройства, обычно применяемые конечным пользователем дома или в офисе. Эти модемы используют только телефонные каналы /5,6/.

Профессиональные модемы - наиболее совершенные и скоростные устройства, преимущественно стоечного исполнения. Используются для интеграции локальных сетей, в модемных пулах, а также для удалённого доступа к ресурсам ЛВС. Среди обычных модемов можно выделить 3 вида:

- устройства для обмена данными (просто модемы);
- устройства для обмена данными и документами (факс-модемы);
- устройства для обмена данными, документами и приёма голосовых сообщений (голосовые факс-модемы).

По типу передающей среды можно выделить:

- модемы для 2-х проводных медных линий (обычные, профессиональные, ADSL, SR, ER-модемы);
- модемы для 4-х проводных медных линий (обычные, профессиональные, HDSL, ISDN, SR, ER, MR-модемы);
- модемы для оптоволоконных линий (FOM, FOM-T1/E1, FOM-T2/E2, FOM-T3/E3);
- модемы для радиоканалов (радио-модем, сотовый модем);
- кабельные модемы (используют коаксиальный кабель).

2.3 Аппаратное обеспечение модемов

Модемы имеют два стандартных физических интерфейса:

- последовательный интерфейс передачи данных (RS-232);
- интерфейс с телефонной линией RG-11 (четырёх - контактный телефонный разъём).

Обычный модем включает в себя:

- специализированный процессор, управляющий его работой;
- ОЗУ, которое сохраняет значения S-регистров и осуществляет буферизацию передаваемых и принимаемых данных;
- ПЗУ, где хранится программа его работы и стандартные конфигурации (в большинстве модемов - энергонезависимое ОЗУ или ППЗУ, где может быть сохранено несколько подготовленных пользователем конфигураций);
- громкоговоритель для обеспечения контроля работы.

Как правило, и внешние, и внутренние модемы имеют набор переключателей или перемычек, при помощи которых устанавливаются номер порта и используемая модемом линия прерывания (COM1, COM2 и т.д.), при этом следует иметь в виду, что несколько COM-портов могут иметь одну линию прерывания. Поэтому если модем использует COM1, то другое устройство (например мышь или другой модем) необходимо использовать с портом COM2 или COM4, а порт COM3 использовать нельзя во избежание конфликтов.

Для подключения модема к телефонной сети используется специальный разъем (обычно он обозначается "Line" или "Jack").

При работе с модемом следует учитывать, что он может находиться в одном из двух режимов: командном или передачи данных. После включения питания модем обычно переходит в командный режим. При этом он готов воспринимать и выполнять команды от компьютера (например, можно изменять конфигурацию модема, записывать или считывать данные из его регистров, устанавливать соединение с другим модемом и т. д.) /4/.

2.4 Асинхронная и синхронная связь

В асинхронном режиме данные передаются побайтно, каждый байт предваряется стартовым битом и завершается одним или двумя стоповыми битами. Таким образом, минимальной единицей передачи является байт, а стартовые/стоповые биты между байтами обеспечивают правильное опознание начала и конца каждого байта. Этот режим удобен с точки зрения надежности выделения сигналов с линии однако требует упаковки/распаковки битовых данных в байты, а также снижает скорости передачи в канале за счет избыточных стартовых и стоповых битов (минимум на 25% - 2/8). В синхронном режиме данные передаются побитно, без группировки в байты. В этом случае нет накладных расходов на группировку битов, и единицей передачи является отдельный бит. Тем не менее, чтобы приемник имел возможность пересинхронизации в случае потери части потока, биты часто оформляются в пакеты различной длины, снабженные заголовком и контрольной суммой. Минимальной информационной единицей в этом случае является пакет. Поскольку длина пакета значительно превышает длину его служебной части, накладные расходы оказываются намного меньше. Все протоколы коррекции ошибок и сжатия данных устанавливают между модемами синхронный режим передачи с обменом пакетами. В то же время обмен между модемом и DTE (Data Terminal Equipment - оконечное оборудование передачи данных) чаще всего идет в асинхронном режиме, что вкуче с накладными расходами на оформление и обработку пакетов порождает разность скоростей в канале и с DTE. Для компенсации этой разности в модеме имеется буфер, а также используются методы управления потоком (flow control). Специализированные устройства (пейджерные станции, промышленные системы сбора информации и т.п.) нередко используют синхронную передачу между собой и модемом, сами формируя пакеты и следя за их правильностью. В таких случаях, из-за неспособности обычного компьютерного порта работать в синхронном режиме, взаимодействие компьютера с такими устройствами через пару модемов может оказаться невозможным.

2.5 Принцип работы

Самым первым устройством, стоящим со стороны телефонной линии, является блок интерфейса с телефонной линией. Основными функциями этого блока являются:

- обеспечение физического соединения с телефонной линией;
- защита от перенапряжения и радиопомех;
- набор номера;
- фиксация звонков;
- гальваническая развязка внутренних цепей модема и телефонной линии.

Далее сигналы попадают в дифференциальную систему, цель которой — разделение выходных и входных сигналов и компенсация влияния собственного сигнала на входные цепи. В наиболее простых моделях модемов этот узел выполняется в виде пассивной схемы, что зачастую приводит к сильной зависимости качества работы блока от сопротивления конкретной телефонной линии. Избавиться от такой зависимости могут только модели с активной дифференциальной системой, где необходимый для компенсации сигнал постоянно вычисляется сигнальным процессором и, "вычитаемый" из входного сигнала, обеспечивает необходимый уровень компенсации.

Подготовленные таким образом сигналы попадают на ряд фильтров, усиливаются и оцифровываются с помощью АЦП в блоке формирования аналоговых фронтов, так что дальнейшая обработка производится в цифровом виде. Одно из преимуществ такого подхода - улучшение качества обработки сигнала и удешевление схемы /1/.

Модуляции и метод построения модема в значительной степени определяют скорость передачи данных и эффективность использования канала связи. Применительно к передаче данных по телефонным каналам, виды модуляции, используемые в модемах, регламентировались Международным консультативным комитетом по телефонии и телеграфии (МККТТ / ССИТТ - франц.), а после его реформирования в 1993 году этим стал заниматься Сектор по стандартизации телекоммуникаций (ТСС) Международного союза по электросвязи (ITU) при ООН. В Рекомендациях ITU-T (ССИТТ) определены основные технические характеристики модема, такие, как форма спектра передаваемого сигнала, структура настроечной комбинации, образующий полином скремблера (дескремблера) и другие параметры, обеспечивающие совместимость модемов, выпускаемых разными изготовителями. Данные рекомендации - модемные стандарты - входят в V-серию, где V означает передачу информации в аналоговом виде. Стандарты на передачу цифровой информации относятся к X-серии, а на телематическое оконечное оборудование - T-серии.

Качество работы модема определяется способностью противодействовать мешающим факторам, а, именно:

- гауссовскому шуму;

– межсимвольной интерференции, вызванной неидеальностью передаточной функции канала связи;

– флуктуациям фазы несущей частоты, обусловленным низкочастотной паразитной модуляцией в генераторном оборудовании систем передачи с частотным разделением каналов.

Для повышения качества работы модема требуется применение оптимальных алгоритмов обработки сигналов, позволяющих уменьшить влияние мешающих факторов.

Повышение эффективности использования канала связи, т.е. удельной скорости передачи (числа передаваемых бит на единицу полосы пропускания канала связи), требует применения в модеме следующих систем:

– адаптивного корректора сигнала для уменьшения межсимвольной интерференции в принимаемом сигнале;

– дискретного (или цифрового) формирователя спектра сигнала на передаче (в качестве его дополнительной функции может быть введение предискажений с целью компенсации межсимвольной интерференции);

– скремблера (на передаче) и дескремблера (на приеме) для преобразования исходной последовательности данных в псевдослучайную и обратного преобразования на приеме;

– системы компенсации флуктуации фазы несущей частоты.

Акустический канал телефонной линии модем разделяет на две полосы низкой и высокой частоты. Полоса низкой частоты применяется для передачи данных, а полоса высокой частоты - для приема.

Практически все современные модемы имеют похожие функциональные схемы (рисунок 2.1), состоящие из основного процессора, сигнального процессора, оперативного запоминающего устройства (ОЗУ, RAM), постоянного запоминающего устройства (ПЗУ, ROM), перепрограммируемого запоминающего устройства (Non-Volatile RAM, NVRAM - не разрушающаяся память с прямым доступом), собственно модулятора/демодулятора, схемы согласования с линией и динамика. Основным процессор фактически является встроенным микрокомпьютером, отвечающим за прием и выполнение команд, буферизацию и обработку данных - кодирование, декодирование, сжатие/распаковку и т.п., а также за управление сигнальным процессором. В большинстве модемов используются специализированные процессоры на основе типовых наборов микросхем, а в некоторых (US Robotics, ZyXEL) - процессоры общего назначения (Intel, Zilog, Motorola). Сигнальный процессор (DSP, Digital Signal Processor - цифровой сигнальный процессор) и модулятор/демодулятор занимаются непосредственно операциями с сигналом – модуляцией / демодуляцией, разделением частотных полос, подавлением эхо и т.п. В качестве таких процессоров также используются либо специализированные, ориентированные на конкретный набор способов и протоколов модуляции (AT&T, Rockwell, Exar), либо универсальные со сменной микропрограммой (например, TMS), позволяющие впоследствии

дорабатывать и изменять алгоритмы работы. В зависимости от типа и сложности модема основная нагрузка смещается в сторону DSP или модулятора/демодулятора.

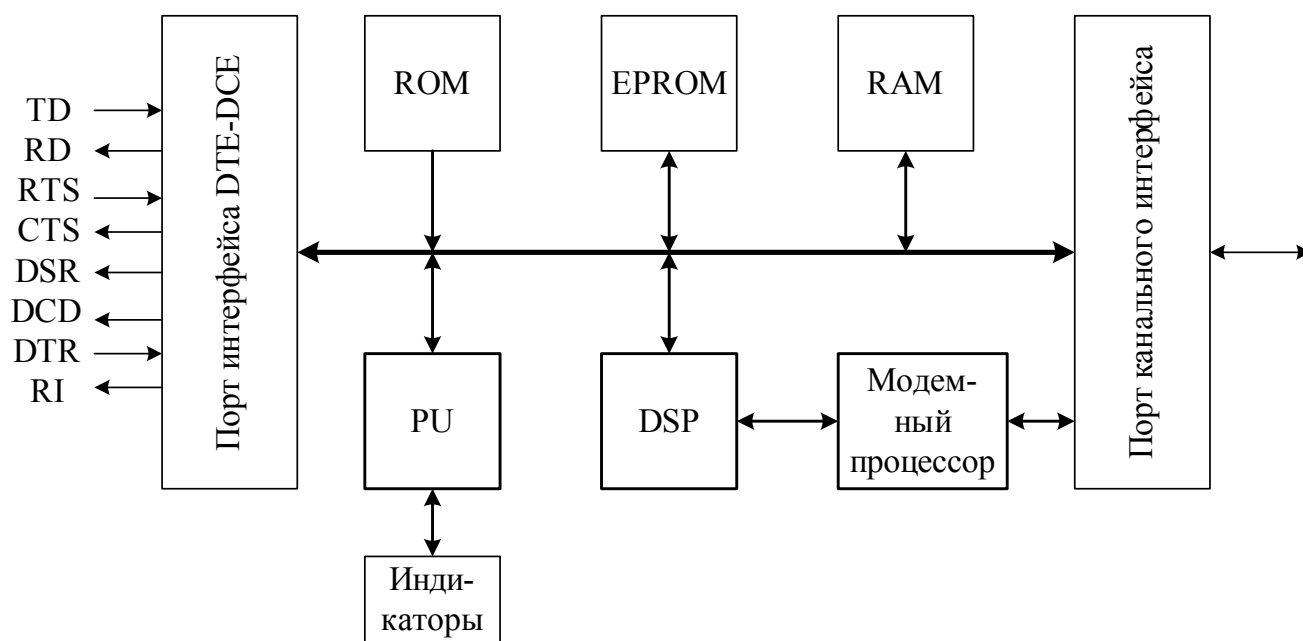


Рисунок 2.1 - Структурная схема модема.

В низкоскоростных (300..2400 бит/с) модемах основную работу выполняет модулятор/демодулятор, в скоростных (4800 бит/с и выше) - DSP. ПЗУ хранятся программы для основного и сигнального процессоров (firmware). ПЗУ может быть однократно программируемым (PROM), перепрограммируемым со стиранием ультрафиолетом (EPROM) или перепрограммируемым электрически (EEPROM, Flash ROM). Последний тип ПЗУ позволяет оперативно менять прошивки по мере исправления ошибок или появления новых возможностей. ОЗУ используется в качестве временной памяти при работе основного и сигнального процессоров; оно может быть как отдельным, так и общим. В ОЗУ хранится также текущий набор параметров модема (active profile). В NVRAM хранятся сохраненные наборы параметров модема (stored profiles), один из которых загружается в текущий набор при каждом включении или сбросе. Обычно имеется два сохраненных набора - основной (profile 0) и дополнительный (profile 1). По умолчанию для инициализации используется основной набор, но есть возможность переключиться на дополнительный. Ряд модемов имеет более двух сохраненных наборов. Схемы согласования с линией включают разделительный трансформатор для передачи сигнала, оптопару для опознавания сигнала звонка (Ring), реле подключения к линии ("поднятия трубки", off-hook) и набора номера, а также элементы создания нагрузки в линии и защиты от перенапряжения. Вместо реле могут применяться бесшумные электронные ключи. В некоторых модемах применяются дополнительные оптопары для

контроля напряжения линии. Подключение к линии и набор номера могут выполняться как одним, так и отдельными ключами. На динамик (speaker) выводится усиленный сигнал с линии для слухового контроля ее состояния. Динамик отключен совсем. Внешние модемы дополнительно содержат схему формирования питающих напряжений (обычно +5, +12 и -12 В) из одного переменного (реже - постоянного) напряжения источника питания. Кроме этого, внешние модемы содержат интерфейсные цепи для связи с DTE /4/.

Аббревиатурой DTE (Data Terminal Equipment - оконечное оборудование передачи данных) в терминологии систем связи обозначаются оконечные цифровые устройства, генерирующие или получающие данные. Аббревиатурой DCE (Data Communication Equipment - оборудование передачи данных) обозначаются модемы. Линия связи между DCE - аналоговая, между DCE и DTE - цифровая.

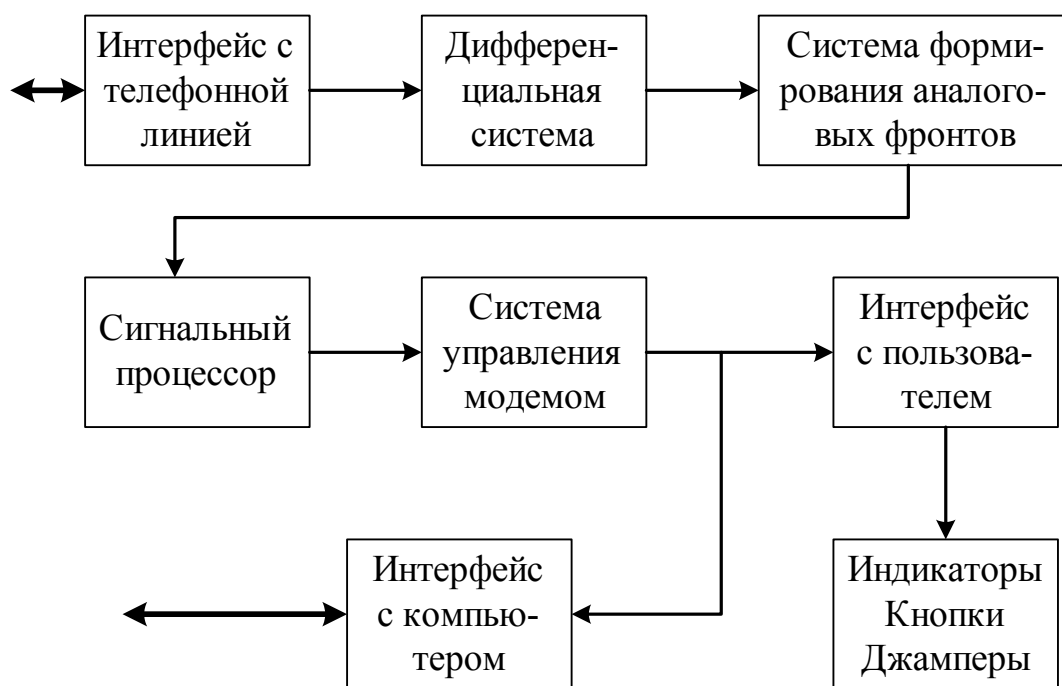


Рисунок 2.2 – Схема работы модема

2.6 Модуляция

Чтобы передать цифровую информацию по аналоговым каналам связи, ее сначала нужно закодировать. Для этого можно использовать амплитудную (АМ), частотную (ЧМ) или фазовую (ФМ) модуляции. При частотной модуляции ЧМ (Frequency Shift Keying - FSK - для скорости передачи до 300 бод) элементы передаются различными частотами несущего сигнала. Это наиболее надежный и помехоустойчивый способ модуляции, однако наименее скоростной. FSK использует четыре выделенные частоты. При передаче информации сигнал частотой 1070 Гц интерпретируется как логический нуль, а сигнал частотой 1270 Гц - как логическая единица. При приеме нуль соответствует сигналу 2025 Гц, а единица - 2225 Гц.

При относительной фазовой модуляции ОФМ (Differential Phase Shift Keying – DPSK - для более быстрых модемов - скорость передачи от 2400 бод) информация передается путем сдвига фазы несущего сигнала. PSK использует две частоты: для передачи данных - 2400 Гц, для приема - 1200 Гц. Данные передаются по два бита, при этом кодировка осуществляется посредством сдвига фазы сигнала. Используются следующие сдвиги фазы для кодировки: 0 градусов для сочетания битов 00, 90 градусов для 01, 180 градусов для 10, 270 градусов для 11.

Квадратурно-амплитудная КАМ (Quadrature Amplitude Modulation - QAM) сочетает изменение фазы и амплитуды сигнала. Квадратурной этот вид модуляции называется потому, что сигнал представляется суммой синусоидальной и косинусоидальной составляющих, которые находятся в квадратуре по отношению друг к другу. Для увеличения помехоустойчивости при многопозиционной модуляции применяется предварительное кодирование информации. В методе квадратурной амплитудной модуляции QAM одновременно изменяются фаза и амплитуда сигнала, что позволяет передавать большее количество информации, здесь помимо изменения фазы сигнала используется манипуляция его амплитудой, что позволяет увеличивать число кодируемых бит. В настоящее время используются модуляции, в которых количество соответственно, число позиций сигнала а сигнальном пространстве - до 256.

Вначале разработчики остановили свой выбор именно на фазовой модуляции, поскольку ее помехоустойчивость оказалась выше других типов модуляции. Поэтому, чтобы поднять скорость передачи данных в четыре раза, достаточно было передавать два сигнала со сдвигом в 90°. Так появился протокол V.32, в котором максимальная скорость передачи данных составила 9600 bps, т. е. четырем фазовым состояниям сигнала (0°, 90°, 180° и 270°) сопоставили четыре возможные комбинации битов 00, 01, 10 и 11.

Дальнейшее увеличение скорости передачи данных за счет уменьшения фазового сдвига сигналов оказалось весьма проблематичным, поскольку такой сложный сигнал было очень тяжело декодировать на приемном конце из-за фазовых искажений сигнала, которые напрямую связаны с качеством канала связи. Поэтому решили остановиться на фазовом сдвиге в 90°, а дальнейшее увеличение скорости выполнить за счет амплитудной модуляции сложного сигнала.

Так появилась квадратурная модуляция, благодаря которой удалось поднять скорость передачи данных в восемь раз. Таким образом, четырем фазовым состояниям аналогового сигнала соответствовали четыре возможные битовые комбинации, а еще два битовых состояния (0 и 1) удалось закодировать благодаря амплитудной модуляции. Но это по теории, на практике же все выглядит несколько сложнее /7/.

Здесь семь битовых комбинаций закодированы с помощью фазовой и только одна - с помощью амплитудной модуляции. Причина проста - низкая помехоустойчивость последней.

В результате появился стандарт V.32bis, в котором максимальная скорость передачи данных ограничивалась 14400 bps при модуляционной скорости в 2400 бод. Разделив 14400 на 2400, мы получим цифру 6, а не 8. Специальный сектор стандартизации ITU-T при Международном телекоммуникационном союзе, выбрал из восьми возможных шесть комбинаций сигнала, которые обеспечивали максимальную помехоустойчивость на среднестатистической аналоговой телефонной линии. Кроме этого, преследовалась и еще одна цель. Ограничив стандартом V.32bis максимальную скорость передачи данных на уровне 14400 вместо 19200 bps

Фирма производитель, выпуская модем стандарта V.32bis, добавляла к нему свой фирменный протокол, позволяющий увеличить скорость передачи данных до 19200 и даже до 21600 bps. Так появились протоколы V.32 terbo в модемах таких фирм, как U.S.Robotics, ZyXEL, MultiTech, Motorola и др.

2.7 Протоколы

Начиная с 1991 г. ведущие производители модемов стали работать над увеличением скорости соединения вплоть до 28800 bps. Фирма Rockwell International предложила протокол V.Fast, ставший стандартом де-факто (позже он был переименован в V.FC). Однако истинным стандартом V.FC так и не стал, поскольку остальные производители модемов по разным причинам не захотели использовать в своих изделиях фирменные наборы микросхем Rockwell.

Протокол V.34.

В 1994 г. ITU-T принял стандарт V.34 для связи по обычным аналоговым телефонным линиям связи на скоростях до 33600 bps. В настоящее время подавляющее большинство модемов поддерживают именно этот стандарт. В отличие от всех предыдущих, модуляционная скорость которых не превышала 2400 бод, в V.34 добавлены обязательные к применению модуляционные скорости -- 3000 и 3200 бод, а также дополнительные - 2743, 2800 и 3429 бод. В стандарте V.34 скорость передачи данных может изменяться от 2400 до 28800 bps с шагом в 2400. В процессе разработки предполагалось, что в окончательный вариант будут включены скорости до 32 Kbps. Дальнейшее ее повышение стало уже невозможно без применения иного подхода, поскольку ширина полосы пропускания телефонного канала связи ограничена соотношением $1 \text{ Hz} = 1 \text{ бод}$, т. е. для достижения максимально возможной скорости по стандарту V.34 ширина полосы телефонного канала связи должна быть больше 3429 Hz. Кроме того, количество позиций в модуляционном пространстве, позволяющее закодировать в одном бод несколько бит, практически подошло к уровню шумов. А значит, дальнейшее увеличение позиций модуляционного пространства уже не будет различимо на приемной стороне из-за фазовых искажений и шумов.

Протокол V.90.

Как показали тесты, протокол V.90 по сравнению с V.34 обеспечивает лишь 50%-ное повышение производительности. Результаты могут быть еще

ниже, поскольку на скорость передачи данных влияют зашумленность линии, сетевой трафик и другие факторы. В "до-V.90" времена скорость, приближающаяся к 56 кбит/с, достигалась лишь при приеме данных. Когда же нужно было отослать информацию с ПК, полоса сжималась до 33,6 кбит/с или даже менее.

Протоколом V.90, в 90% случаев будет соединяться с такими же модемами на скоростях, оговоренных стандартом V.34.

Стандарт V.90 еще называют V.PCM (Pulse Coded Modulation) или стандарт с импульсно-кодовой модуляцией. При этом использование данного вида модуляции не нарушает требований протокола V.34 и других морально устаревших аналоговых стандартов. Таким образом, согласно V.90 поток данных, поступающих от провайдера к конечному потребителю, не проходит фазу аналогового кодирования. Вместо этого данные кодируются по методу PCM, причем импульсы передаются на разных уровнях сигнала.

Использование протокола V.90 накладывает жесткие условия на качество телефонных каналов связи и самой АТС. Причем АТС и АТС провайдера должны быть цифровыми.

В цифровой телефонии частота сигнала дискретизации составляет 8 kHz, а число уровней дискретизации - 256, что соответствует восьми разрядам, поэтому максимальная скорость передачи данных может составлять 64 Kbps.

При использовании модемов и обычных телефонных линий связи обмен данными ведется на одной из стандартных скоростей - 2400, 4800, 7200, 9600, 12000, 14400, 16800, 19200, 21600, 24000, 26400, 28800, 31200 и 33600 bps. На указанных скоростях данные могут как приниматься, так и передаваться. При использовании стандарта V.90 модемы могут принимать цифровые данные на одной из следующих скоростей - 28000, 29333, 30666, 32000, 33333, 34666, 36000, 37333, 38666, 40000, 41333, 42666, 44000, 45333, 46666, 48000, 49333, 50666, 52000, 53333, 54666, 56000 и 57333 bps. Для удовлетворения части 15 правил, принятых Федеральной комиссией по связи (FCC), ограничивающих уровни электромагнитных излучений электрических приборов, передача цифровых данных на скоростях выше 53 Kbps по обычным телефонным каналам запрещена. Поэтому даже при использовании протокола V.90 и отличного телефонного канала скорость передачи данных не превысит 53 Kbps. На практике же модемы крайне редко соединяются на скоростях, превышающих 44 Kbps.

Стандарт V.90 подойдет не всем, если ПК расположены далее 5,5 км от телефонного узла, и есть вероятность, что максимально можно достичь не более 33,6 кбит/с. Если телефонная линия сильно зашумлена (необязательно звуковыми шумами) и модему стандарта V.34 редко удавалось соединиться со скоростью свыше 21,6 кбит/с, трудности могут возникнуть и при соединении на скоростях V.90. Дополнительные неприятности может вызвать перегруженная телефонная линия; четыре и более подключенных к одной линии устройств способны препятствовать соединению со скоростью 56 кбит/с.

Характеристики протоколов:

1. V.21 За одну модуляцию частоты передается один бит; таким образом, скорости модуляции и передачи равны и составляют 300 Бод и бит/с.

2. V.22 (ITU-T) Дуплексный, симметричный, использует относительную фазовую модуляцию ОФМ (Differential Phase Shift Keying - DPSK), передающую информацию путем сдвига фазы несущего сигнала. Несущие частоты- 1200 и 2400 Гц, скорость модуляции - 600 Бод. Протокол имеет два режима, в одном из которых одной модуляцией передается один бит, а в другом - два бита. Соответственно, в первом случае имеется две, а во втором - четыре позиции модуляции с относительным сдвигом фазы на 180 и 90 градусов, а скорость передачи равна 600 и 1200 бит/с. Реализация протокола предусматривает наличие эквалайзера, корректирующего частотные и фазовые характеристики сигнала.

3. V.22bis (ITU-T). Развитие V.22 путем исключения однопозиционной и введения шестнадцатипозиционной квадратурно-амплитудной модуляции с передачей четырех битов (квадбита) за одну модуляцию сигнала. Соответственно, максимальная скорость передачи увеличена до 2400 бит/с.

4. V.32 (ITU-T). Использует шестнадцатипозиционную КАМ и Trellis-кодирование, скорости передачи - 4800 и 9600 бит/с.

5. V.32bis (ITU-T). Расширение V.32 со скоростью передачи до 14400 бит/с, введены промежуточные скорости 7200 и 12000 бит/с. В протокол включена поддержка качества линии, однако в ряде модемов реализованы лишь процедуры ее снижения без возврата к исходной скорости.

6. HST (US Robotics). Оригинальный помехоустойчивый несимметричный протокол с передачей в одну сторону со скоростью до 16800 бит/с, в обратном канале скорость фиксирована - 300 или 450 бит/с. Протокол автоматически ориентируется в сторону наиболее плотного потока данных; при потоках сравнимой плотности происходит периодический "разворот" протокола.

7. V.32terbo (AT&T). Расширение V.32bis со скоростью передачи до 19200 бит/с, промежуточная скорость -16800 бит/с.

8. V.32terbo/ASL (USR). Расширение V.32bis со скоростью до 21600 бит/с. ASL -Adaptive Speed Leveling, адаптивная коррекция скорости в зависимости от качества передачи. Управление осуществляется по протоколу V.42. Поддерживаются быстрые пересоединения (retrain) без полной настройки систем эхоподавления. Начальное соединение для надежности выполняется на скорости 7200.

9. ZYX (ZyXEL). Оригинальный протокол со скоростью передачи от 7200 до 16800 бит/с в обычных моделях, и до 19200 бит/с - в моделях Plus. Дискретность изменения скорости - 2400 бит/с.

10. ZyCELL. Оригинальный помехоустойчивый протокол, ориентированный на работу по сотовым (cellular) линиям связи.

11. V.34 (ITU-T). Протокол последнего поколения со скоростью передачи до 28800 бит/с, промежуточные скорости - 2400..26400 бит/с с дискретностью 2400. Принятию стандарта ITU предшествовали протоколы ряда производителей под названиями V.Fast и V.FC. Модуляция - 256-позиционная

КАМ с дополнительным временным кодированием, при котором решение на приемном конце принимается по двум смежным состояниям сигнала. В связи с увеличением размера передаваемого за одну модуляцию элемента данных вместо понятия "бод" используется "символ в секунду"; в данном случае размер символа равен 8 битам, или одному байту. Соответственно, введено понятие "символьная скорость" - 2400, 2743, 2800, 3000, 3200, 3429 симв/с. Две последние скорости формально не укладываются в стандартную полосу пропускания телефонного тракта, однако ряд телефонных линий реально обладает нужной пропускной способностью.

12. V.34bis (ITU-T). Расширение V.34 до скорости 33600 бит/с с промежуточной скоростью 31200 бит/с.

13. V.90 (ITU-T). Несимметричный, "полуцифровой" скоростной протокол, позволяющий поднять скорость передачи в одну сторону до 56 кбит/с.

Протоколы коррекции ошибок.

Практически все протоколы коррекции ошибок основаны на повторении передачи ошибочного блока (кадра) по запросу от принимающего модема. Каждый блок снабжается контрольной суммой, которая проверяется на приемном конце, и блок не отдается потребителю до тех пор, пока не будет принят в правильном виде. Это порождает возможные задержки передачи, однако практически гарантирует безошибочную передачу данных без дополнительного контроля более высокого уровня. Для увеличения эффективности передачи протоколы коррекции устанавливают соединение в синхронном режиме, в котором передаваемые по физическому каналу биты уже не делятся на байты, а оформляются в пакеты большего размера. За счет этого одна и та же пара модемов по чистому качественному каналу на протоколах с коррекцией чаще всего передает данные быстрее, нежели на низкоуровневых асинхронных протоколах без коррекции. Наиболее распространенные протоколы коррекции - MNP (Microcom Networking Protocol) уровня 4 (MNP4), введенный фирмой Microcom и ставший стандартом де-факто, и включающий его более поздний V.42, называемый также LAP-M (Link Access Procedure - Modems), введенный ITU-T. Кроме исправления ошибок, протоколы коррекции могут передавать ряд служебных сообщений между модемами. В основном используется два типа таких сообщений - сигнал временного перерыва в передаче (Break), передаваемый между компьютером и модемом в виде длинной серии без стопового бита в конце, и сигнал разрыва связи (Link Disconnect), передаваемый одним модемом другому при прекращении связи (многократная неудача приема блока, падение DTR, команда ATH и ей подобные). Первое сообщение позволяет передавать между компьютерами "несимвольный" сигнал, который часто называется сигналом типа "внимание", а второе - облегчить и ускорить процедуру разрыва связи, чтобы удаленный модем не пытался ее восстановить /11/.

Протоколы сжатия данных.

Сжатие данных выполняется путем обнаружения и частичного устранения избыточности информации во входном потоке передающего

модема, после чего закодированные блоки данных уменьшенного, размера направляются принимающему модему, который восстанавливает их исходный вид. Принцип действия алгоритмов сжатия во многом похож на работу архиваторов. Наиболее распространены протоколы сжатия MNP5, введенный фирмой Microcom, и V.42bis, введенный ИТУ-Т. Алгоритм MNP5 основан на относительно простых методах сжатия, его эффективность в лучших случаях редко превышает 2. V.42bis основан на популярном методе сжатия LZW, применяемом в большинстве архиваторов, и в удачных случаях обеспечивает сжатие до четырех раз. В модемах, где реализованы оба протокола, предпочтение при соединении по умолчанию отдается V.42bis. В протоколе MNP5 алгоритм сжатия не отключается, и протокол всегда пытается кодировать поступающие данные. Это часто приводит к тому, что данные, не поддающиеся сжатию, за счет кодирования увеличиваются в размере, и эффективная скорость передачи падает. Протокол V.42bis следит за эффективностью сжатия потока, и временно прекращает работу, если сжатие не достигает своих целей. Если в модеме реализован только протокол MNP5, рекомендуется отключать его для сеансов, в которых преобладают данные с низкой избыточностью (архивы, дистрибутивы, изображения, звук, видео и т.п.), и включать - для сеансов передачи текстов, HTML-страниц, непакованных баз данных и т.п. Алгоритм сжатия в модеме всегда имеет дело с непрерывным потоком данных, из-за чего сжатию подвергаются лишь отдельные, относительно небольшие и независимые фрагменты потока, а это не позволяет достичь столь же высокой степени сжатия, как в архиваторах. Например, текст на русском языке большинством архиваторов сжимается в 4-5 раз, в то время как реальная эффективность лучших модемных протоколов сжатия не превышает 2-3, а более высокая степень достигается лишь при передаче повторяющихся серий (таблиц, непакованных баз данных с высокой избыточностью и т.п.).

2.8 Интерфейс модема и DTE

Чаще всего используется интерфейс RS-232C, на модеме устанавливается 25-контактный или 9-контактный разъем типа DB female (гнездо). Назначение контактов разъема и направление передачи сигналов (> - в модем, < - из модема): DB-9 DB-25 1 Экран, корпус 3 2 > TxD Transmitted Data - передаваемые в модем данные 2 3 < RxD Received Data - принимаемые из модема данные 7 4 > RTS Request to Send - запрос передачи 8 5 < CTS Clear to Send - готовность к передаче 6 6 < DSR Data Set Ready -общая готовность модема 5 7 GND Ground - сигнальная земля 1 8 < DCD Data Carrier Detected - обнаружена несущая 4 20 > DTR Data Terminal Ready - общая готовность DTE 9 22 < RI Ring Indicator - индикатор звонка Данные по линиям передаются двуполярными посылками напряжения +/- 12 В относительно общего провода (GND). Допускается снижение амплитуды напряжения на входах модема до +/- 5 В. Активный уровень напряжения - положительный, кроме линий TxD и RxD. Сигналы DSR (модем) и DTR (DTE) показывают базовую готовность устройств,

устанавливаются в начале сеанса работы и снимаются в его конце. Сигнал DTR может влиять на режим работы модема - его снятие по умолчанию вызывает разрыв связи, отключение от линии и переход модема в командный режим. Сигналы CTS (модем) и RTS (DTE) относятся к сигналам аппаратного управления потоком (hardware flow control, RTS/CTS) и отражают готовность устройств к приему или передаче в каждый конкретный момент. DTE устанавливает RTS, когда готово к приему очередного байта, и снимает его в случае неготовности; модем аналогичным образом устанавливает CTS. Сигнал DCD устанавливается модемом при обнаружении несущей. Ряд модемов выдает в линию DCD реальное состояние несущей, однако большинство модемов фактически выдает состояние связи: DCD устанавливается, когда процесс вхождения в связь завершен, и снимается при разрыве связи. Сигнал RI устанавливается модемом при обнаружении в линии вызывного звонка и удерживается в течение каждого периода звонка. Вместо аппаратного управления потоком может использоваться программное (software, XOn/XOff), при котором каждое устройство посылает символ XOff (код по умолчанию -17 hex) для прекращения передачи со стороны другого устройства, и символ XOn (код по умолчанию -15 hex) для ее возобновления /11/.

2.9 Вопросы

1. Как классифицируют модемы по типу исполнения?
2. Как классифицируют модемы по типу передающей среды?
3. Какие режимы работы по передаче данных поддерживают модемы?
4. В чем отличия между просто модемами, факс-модемами и голосовыми факс-модемами?
5. Какие физические интерфейсы имеют модемы?
6. Что представляет собой структурная схема модема (схема, работа)?
7. Какие функции имеет блок интерфейса с телефонной линией?
8. От чего в большей степени зависит скорость передачи данных и эффективность использования канала связи
9. Что представляет собой модуляция, какие виды модуляции используются в модемах?
10. Какие виды протоколов используются в модемах?
11. Для чего используются протоколы коррекции ошибок?
12. Для чего используются протоколы сжатия данных?

3 Съемные накопители

3.1 Классификация и основные характеристики ВЗУ

Информация в них располагается в виде блоков, которые становятся доступными для обработки в ЦП в результате выполнения операций ввода-вывода, т.е. загрузки их из внешней памяти (Накопителей) в оперативную. В качестве ВЗУ используются устройства, различающиеся типом носителя, способом регистрации и характером использования информации, способом доступа и т.д.

По типу носителя различают ВЗУ с подвижным и неподвижным носителем. Если поиск, запись и считывание информации сопровождается механическим перемещением носителя, то такие ВЗУ называют накопителями с подвижным носителем (накопители на магнитных дисках [НМД], оптических дисках [НОД], магнитных лентах [НМЛ]). Если при поиске, записи, считывании механического перемещения не происходит, то ВЗУ - накопитель с неподвижным носителем (накопители на основе цилиндрических магнитных доменов [ЦМД]). Реже в ВЗУ используют объемную запись – полупроводниковые ЗУ, приборы с зарядовой связью.

По способу регистрации различают ВЗУ с магнитной и оптической (магнитооптической) записью;

По характеру использования информации - постоянные ВЗУ, которые допускают только чтение информации, ВЗУ с однократной записью (после чего только чтение) и многократной записью (произвольное число записей и чтения).

По способу доступа к информации - накопители с последовательным и прямым доступом.

ВЗУ принято характеризовать следующими параметрами:

- емкостью памяти; под емкость ВЗУ понимают объем одного тома, который доступен без замены носителя;

- пропускной способностью или скоростью чтения-записи; блок на носителе можно рассматривать в виде последовательности бит, расположенных в вдоль направления движения носителя (длительность записи и считывания блока определяется временем, затрачиваемым на прохождение блока под головкой, а пропускная способность соответствует отношению объема блока ко времени его прохождения под головкой);

- временем доступа, т.е. интервалом времени от момента запроса до момента выдачи блока (этот интервал зависит от скорости перемещения носителя, скорости перемещения головки, характера доступа: прямой или последовательный, расстоянием между текущим положением головки и расположением искомого блока и т.п.)

В системах внешней памяти преобладающее место занимают накопители с прямым доступом (т.к. приемлемое время поиска - несколько миллисекунд), высокую пропускную способность (свыше 1 Мбайт/с),

большую емкость (для сменных пакетов МД до 300 Мбайт для "винчестеров" до 5 Гбайт, для НОД - до 10 Гбайт). В отличие для ВЗУ последовательного доступа - у них низкая стоимость хранения информации и служат они в качестве резерва.

Плотность записи ВЗУ b . Здесь понимают числа бит информации, записанных на единице поверхности носителя; это *поверхностная плотность*. Различают также *продольную плотность* b_l , бит/мм, т.е. число бит на единице длины носителя вдоль вектора скорости перемещения, и *поперечную плотность* b_q , бит/мм, т.е. число бит на единице длины носителя в направлении, перпендикулярном вектору скорости.

Плотность записи определяет геометрические размеры накопителя, параметры его быстродействия, а также объемами памяти. В свою очередь информационная плотность записи определяется принципами регистрации информации на носителе, материалами, конструктивными особенностями изготовления носителя и средств записи-считывания /5/.

3.2 Дискеты

Первые дисководы для гибких дисков и сами диски были разработаны на фирме IBM (автор Алан Шугарт (Alan Shugart)). В 1967 г. Шугарт возглавил научно-исследовательскую группу в отделении IBM в Сан-Хосе. Первый результат разработки с использованием техники магнитной записи - запоминающее устройство (ЗУ) с восьмидюймовым магнитным диском емкостью в 1 Мбайт (стандартными стали дискеты 8", 5,25" и 3,5").

Сложность дискеты заключается в точности размещения информации на ее поверхности. На каждой стороне диска записи записывается 80 дорожек (треков) с поперечной плотностью 135 треков на дюйм, где шаг треков равен 0,188 мм, ширина трека при этом - 0,15 мм. Для этого была разработана нормаль, в которой устанавливалось, что шифрация сигнала будет осуществляться частотной модуляцией при 15916 переключениях магнитного поля на радиан (самая высокая плотность записи будет реализовываться на внутреннем треке, а радиус внутреннего трека 23,95 мм, то при этих условиях расстояние между границами переключения магнитного потока будет равно 1,5 мкм). Для того чтобы обеспечить такую плотность записи, поверхность диска должна иметь шероховатость по крайней мере на два порядка ниже.

И диск записи - лавсановый круг (пластмасса) с магнито жестким покрытием толщиной 80 мкм, укрепленный на магнитомягком сердечнике из нержавеющей стали.

Для записи и воспроизведения информации диск необходимо отформатировать. При форматировании дискета разбивается на дорожки и сектора (обычно по 512 байт), затем делится на две области - системную и область данных. Системная область для пользователя недоступна, в ней располагаются загрузочная запись диска, таблицы размещения файлов (FAT) и другая служебная информация. На наружной дорожке (нулевой) в первом

секторе на верхней стороне рабочего диска дискеты находится загрузочный сектор.

Запись и воспроизведение импульсной информации на дискете производится с помощью дисководов, состоящего из четырех элементов: рабочего двигателя, рабочих головок, шаговых двигателей и управляющей электроники. Рабочий двигатель приводит дискету в движение с постоянной угловой скоростью 300 об/мин, с постоянной времени порядка 400 мс. Две рабочие магнитные головки располагаются с двух сторон от диска в специально предназначенном для этого окне. Два шаговых двигателя предназначены для позиционирования рабочих головок. Управляющая электроника (электронные схемы) служат для передачи сигналов контроллеру, т. е. отвечает за преобразование информации.

Вначале выпускались односторонние дискеты (SS, Single Sided), гораздо большее распространение получили двусторонние (DS, Double Sided) двойной (DD, Double Density) и высокой (HD, High Density) плотности (таблица 3.1). Были созданы предпосылки для использования дискет 3,5" емкостью 2,88 Мбайт, естественно, со своим стандартом и приводом. Им была присвоена своя аббревиатура - ED (Extra Density), но это решение не получило широкого распространения.

Таблица 3.1- Характеристики двусторонних дискет

Характеристики	3.5 DD	3.5 HD
Ширина, мм	101.6	101.6
Высота, мм	25.4	25.4
Длина, мм	150	150
Емкость неформатированной дискеты, Мбайт	1	2
Емкость форматированной дискеты, Мбайт	0.72	0.72/1.44
Скорость вращения, об/мин	300	300
Плотность дорожек, 1/дюйм	80	80
Дорожек на рабочей поверхности	80	80
Скорость обмена данными, Кбайт/с	250	500
Время позиционирования, мс	94	94
Время позиционирования между дорожками, мс	6	3
Время доступа, мс	175	100
Среднее время наработки на отказ (MTBF), тыс.ч	10	12

3.3 Zip накопители

Накопители Zip выпускаются в виде внутренних SCSI- и ATAPI-моделей и внешних устройств, подключаемых через параллельный порт либо интерфейсы SCSI и USB. Дискеты Zip имеют максимальную емкость 250 Мбайт (поддерживается всеми дисководами, кроме USB-модели). Максимальная скорость обмена у первых моделей Zip достигала 1,4 Мбайт/с, в среднем время доступа было порядка 30 мс. Новые модели стали немного быстрее. По своим

скоростным характеристикам они сопоставимы, скажем, с современными записывающими дисковыми CD-RW, немного уступая им в скорости чтения и времени доступа к диску, но превосходя при этом в скорости записи.

Другим вариантом сменных накопителей, основанных на использовании мягких магнитных дисков, является так называемая флоптическая технология. Это решение подразумевает, что позиционирование головки чтения/записи осуществляется при помощи луча лазера на служебную дорожку (servo-track), а сами операции чтения и записи - стандартным магнитным способом.

Флоптическая технология реализована в накопителях SuperDisk от фирмы Imation. Появились они позднее, чем Zip, но возможность в том же дисководе пользоваться и дискетой 3,5" сделала и эти устройства весьма популярными. У современных устройств SuperDisk, выпускаемых Imation, скорость передачи данных составляет 1,1 Мбайт/с (ATAPI). У аналогичных SCSI-накопителей Mitsubishi этот показатель еще выше - до 4 Мбайт.

Совместить Zip-вариант и дискету 1,44 Мбайт осуществили фирмы Mitsumi Electronics и Swap Instruments, разработав устройство UHC (Ultra High Capacity). Емкость превышает 100 Мбайт. Максимальная скорость обмена 3,75 Мбайт/с. Время доступа - от 18 до 28 мс.

Фирма Sony в содружестве с фирмой Fuji Photo Film. В 1997 г. разработали устройство HiFD (High Capacity Floppy Disk) - флоппи-диск высокой емкости. (опытный образец в 500 Мбайт). Максимальная скорость обмена свыше 3,6 Мбайт/с.

Модель Jaz появилась на рынке после Zip. Устройства емкостью порядка 1 Гбайт фирмы Imation имели производительность намного выше, чем у Zip, но поначалу заметно уступали аналогичным моделям фирмы SyQuest Technology. Время доступа составляло 15,5-17,5 мс, максимальная скорость обмена информацией достигла 20 Мбайт/с. Средняя скорость около 7,4 Мбайт/с, емкость - 2 Гбайт.

Устройство SyJet позволяет развивать максимальную скорость обмена до 16,6 Мбайт/с при средней скорости 7 Мбайт/с., время доступа - 12 мс. (емкость в 4 Гбайт обеспечивают 2 диска, 4 поверхности), скорость вращения шпинделя - 5400 об/мин.

Компания Interactive Media выпускает сменные жесткие диски KanguruDisk емкостью до 25 Гбайт, работа через последовательный или параллельный порты /5/.

3.4 Стримеры

Они используются только для архивирования или резервного копирования, потому что носителем информации в них служит магнитная лента - практически полный аналог используемой в видео- или аудиокассете. Стример может хранить достаточно значительные объемы информации, но быстро передать ее или осуществить быстрый поиск ему не дано. Он может записывать и воспроизводить информацию только последовательно.

Таблица 3.2- Характеристики современных форматов накопителей на магнитных лентах

Формат	Производитель	Максимальная емкость (без учета сжатия) Гбайт	Средняя скорость передачи Гбайт/с	Среднее время доступа, с	Среднее время наработки на отказ, тыс.ч
DDS-3	HP, Sony	12	1	<45 (если 125 м)	200 (Sony)
DDS-4	HP, Sony	20	3	<60 (если 150 м)	250 (Sony)
DLT	HP, IBM, Quantum	40	1,5 - 6	60 - 80	200 и выше
Super DLT	Quantum	100	10	-	-
AIT-2	Sony	50	6	<30	250 (Sony)
LTO Ultrim	HP, IBM	100	10 -20	-	-

Впервые магнитная лента в качестве сменной памяти была предложена в 1972 г., когда фирма 3М разработала кассету размером 15x10x1,6 см, где замотанная в нее лента шириной 0,25" была предназначена специально для хранения импульсной информации.

Первый стандартный QIC-накопитель емкостью 60 Мбайт с лентой 0,25" записывал данные девятью дорожками, т. е. использовал обычное решение, принятое при записи цифровых массивов в вычислительных машинах того времени. В соответствии с QIC-стандартом запись осуществляется на магнитной ленте с рабочим слоем из окиси железа с использованием надежного кодирования MFM или RLL. Наибольшее распространение получили накопители QIC-40 и QIC-80.

В 1997 г. был образован межфирменный консорциум TRAVAN, поддержавший одноименную технологию, разработанную фирмой 3М на базе QIC-накопителей 3,5". В него входят HP, IBM, Imation, Seagate и ряд других фирм. Накопители TRAVAN могут работать и с кассетами QIC-стандарта, и с кассетами стандарта TRAVAN. Аппаратное сжатие с коэффициентом 2:1 повышает емкость кассет вдвое. Новые накопители TRAVAN NS8 и NS20 работают с кассетами, вмещающими до 8 и 20 Гбайт соответственно (с учетом компрессии). В технологии используется целый ряд запатентованных решений, улучшающих характеристики кассет. В частности, было применено новое покрытие обратного слоя магнитной ленты, обеспечивающее помимо минимизации проскальзывания ленты еще и снятие статического электричества, и следовательно, снижающее осаждение пыли.

Технологию DDS (Digital Data Storage), разработанную фирмой Sony и основывающуюся на принципе спирального сканирования. В ней используются

ленты шириной 4 и 8 мм. Основные производители DDS-устройств - HP, Sony и Seagate. В июне HP анонсировала первый накопитель стандарта DDS-4 - HP SureStore DAT40. Скорость передачи данных у этого устройства достигает 6 Мбайт/с, а емкость кассет - 40 Гбайт (то и другое с учетом сжатия в соотношении 2:1). Еще одна технология компании Sony носит название AIT (Advanced Intelligence Tape). Основное достоинство этого формата - быстрый поиск данных на ленте, что достигается, в том числе, и за счет встроенного в кассету чипа флэш-памяти, где размещена служебная информация о структуре носителя и записанных данных.

В 1994 г. компания Quantum приобрела у фирмы Digital (ныне входящей в состав Compaq) перспективную технологию DLT (Digital Linear Tape). В отличие от спирального сканирования в технологии DLT используются стационарные головки, чтение и запись происходят одновременно по нескольким каналам. Quantum представила накопитель DLT 8000, работающий с кассетами емкостью до 80 Гбайт (с учетом сжатия) со скоростью до 6 Мбайт/с (без учета сжатия). Quantum готовит к выходу следующее поколение DLT-устройств, базирующихся на технологии Super DLT. В ней используется метод магнитной записи, направляющейся лазером LGMR (Laser Guided Magnetic Recording). В планах Quantum - выпуск накопителей, работающих с кассетами емкостью 100 Гбайт на скорости 10 Мбайт/с с последующим увеличением этих показателей до 500 Гбайт и 40 Мбайт/с соответственно (все без учета сжатия).

Ленточный накопитель Sony SDX-300C. Надежность и интеллект. Именно эти качества лежат в основе накопителей Sony SDX-300C. Разработанные с учетом потребностей разных групп пользователей, эти устройства отличаются прекрасными техническими данными.

Все накопители этой серии поддерживают технологию AIT-1 (Advanced Intelligent Tape), основное преимущество которой заключается в высокой скорости передачи и сжатия данных. "Интеллектуальность" выражается в специальном чипе, который устанавливается в кассету и содержит информацию о хранимых на ней файлах, что позволяет головке позиционироваться непосредственно к заданному месту на ленте. За счет использования технологии AME (Advanced Metal Evaporated) этот накопитель способен вмещать до 50 Гбайт информации (при компрессии 2:1) или 25 Гбайт (без нее) и обеспечивать пропускную способность до 6 Мбайт/с (для сжатой информации) или 3 Мбайт/с (без компрессии).

Как уже писалось выше, накопители от Sony отличаются высокой надежностью. Благодаря механизму Super Head Cleaner пропадает необходимость периодической чистки головок и увеличивается средняя наработка на отказ при 100% нагрузке до 200000 часов. Модельный ряд SDX успешно решает и такие проблемы как высокая температура и загрязнение. Внутренний чистящий механизм головок автоматически производит их очистку и охлаждение. А встроенная система защиты информации предотвращает случайное стирание данных и преждевременный износ ленты.

Технические характеристики:

– исполнение – внутреннее;

- форм-фактор - 3,5";
- емкость (без учета компрессии) - 25 Гбайт;
- емкость (с учетом компрессии) - 50 Гбайт;
- скорость передачи данных (с учетом компрессии) - 3 Мбайт/с;
- скорость передачи данных (без учета компрессии) - 6 Мбайт/с;
- средняя наработка на отказ - 200000 часов;
- поддержка технологии AIT-1;
- поддержка технологии – AME;
- поддержка технологии Super Head Cleaner;
- тип интерфейса - SCSI-2;
- размеры (ВхШхД) - 102x41x155 мм.

Стример Quantum DLT8000. Стримеры формата DLT являются одними из наиболее популярных устройств резервного копирования, разработчик этой технологии и основной производитель устройств на ее основе компания Одноименный стример превосходит своих предшественников по емкости, теперь она составляет 40/80 Гбайт, скорости передачи данных (до 12 Мбайт/с) и надежности - время наработки на отказ равняется 250.000 часов.

Популярности этих приводов способствует не только их высокие технические характеристики, но также полная совместимость (на чтение и запись) со всеми форматами картриджей DLTtape. Quantum DLT8000 имеет интерфейс Fast SCSI-2 и предназначен для архивирования информации серверов и мощных рабочих станций, которые могут находиться под управлением широкого спектра операционных систем /7/.

Технические характеристики:

- емкость: 40 Гбайт (без компрессии), 80 Гбайт (при сжатии 2:1);
- макс. скорость передачи данных: 6/12 Мбайт/с;
- среднее время доступа к файлу: 60 с;
- интерфейс: Fast SCSI-2;
- среднее время наработки на отказ: 250.000 ч;
- частота совершения ошибок: 1 на 10 в 27-й степени бит.

3.5 Магнитооптические диски

Если вещество способно так или иначе взаимодействовать со светом и при этом намагничиваться, то плоскость поляризации световой волны, проходящей через такое намагниченное вещество, поворачивается в ту или иную сторону. Если это свет проходящий, то явление называют эффектом Фарадея, если это свет отраженный - Керра. В нашем случае используется эффект Керра.

Рассмотрим устройство простейшего диска. Его сердце - магнитооптический слой. Он находится между двумя диэлектрическими слоями. На один из них нанесен слой, отражающий свет, далее идет подложка, а с другой стороны располагается защитный слой.

В процессе записи/чтения дополнительно участвуют совместно действующие сфокусированный на магнитооптическом слое луч лазера и магнитное поле. При стирании или предварительной подготовке магнитооптического слоя луч лазера значительной мощности нагревает слой до точки Кюри. (Точка Кюри - температура, выше которой исчезает самопроизвольная намагниченность доменов ферромагнетиков, и ферромагнетик переходит в парамагнитное состояние.) При постоянно действующем однонаправленном перпендикулярном магнитном поле небольшой напряженности слой при остывании обретает намагниченность с направлением этого поля. В этом особенность магнитных явлений в зоне точки Кюри: участок может быть намагничен слабым магнитным полем, которое при нормальной температуре воздействовать на обретенную слоем значительную намагниченность никак не может. При записи магнитное поле меняет направление. Запись осуществляется полем обратной полярности в той точке и в то время, когда луч лазера нагреет эту локальную зону опять до точки Кюри. Таким образом, на дорожке размещаются участки с попеременно изменяющейся намагниченностью. Считывание происходит тоже лучом лазера, но значительно меньшей мощности. Его луч попадает на элемент магнитооптического слоя и, отражаясь от него, несет определенным образом ориентированную плоскость поляризации. Далее детектор определяет, логический ли это "ноль" или логическая "единица".

В настоящее время используются магнитооптические накопители с форм-факторами 5,25" (максимальная емкость дисков - 5,2 Гбайт) и 3,5" (1,3 Гбайт). У Fujitsu есть накопитель емкостью 1,3 Гбайт и в более известной серии DynaMO. Но этот дисковод - DynaMO 1300 FE - подключается к системе через интерфейс IEEE 1394 (FireWire).

3.6 CD ROM

В 1981 году Philips совместно с фирмой Sony представила систему цифровой оптической звукозаписи, параметры которой стали мировым стандартом де-факто и в 1982 году были утверждены Международной электротехнической комиссией (МЭК). Эти стандартные параметры таковы:

- диаметр диска 120 мм;
 - запись в виде непрерывной спиральной дорожки с началом у центра диска;
 - ширина дорожки 1 мкм;
 - шаг спирали 1,6 мкм;
 - запись с постоянной линейной скоростью 1,2...1,4 м/с;
 - поверхностная плотность записи 106 Мбит/см²;
 - скорость считывания информации 2 Мбит/с;
 - модуляция EFM;
 - коррекция ошибок двойным кодом Рида-Соломона с перемежением.
- Для фиксации информации используется покадровая система записи.

В конце 80-х годов первые CD-ROM начали встраиваться в ПК, а с середины 90-х наличие CD-ROM стало стандартом для ПК. От CD-плееров CD-ROM отличает интерфейс связи с ПК (как правило, IDE или SCSI) и большая скорость считывания информации, достигающая у отдельных образцов рекордных величин 10...15 Мбит/с. Дальнейшее развитие систем оптической записи и воспроизведения информации привело к появлению систем DVD-ROM с многослойной структурой записи информации на диск и емкостью носителя 7...10 Гбит.

3.7 Вопросы

1. Как классифицируют устройства для хранения информации?
2. Какие характеристики имеют дискеты?
3. Что представляют собой Zip накопители, какие имеют конструкции и параметры?
4. Что представляют собой стримеры и какими техническими характеристиками обладают?
5. Что представляют собой магнитооптические диски и какими техническими характеристиками обладают?
6. Какие стандартные параметры имеет CD ROM?
7. Из каких компонент состоит структурная схема CD-ROM?

4 Жесткие диски

4.1 Назначение

Устройство для хранения информации на основе вращающегося магнитного диска. В компьютере РС АТ винчестер уже являлся основным средством повышения эффективности компьютера - пользователям не требовалось больше загружать операционную систему с дискет. Возможность хранения на встроенном диске больших объемов данных и программ расширила диапазон использования персональных компьютеров.

4.2 Физическое устройство

Накопители на жестких дисках объединяют в одном корпусе носитель (носители) и устройство чтения/записи, а также, нередко, и интерфейсную часть, называемую собственно контроллером жесткого диска. Типичной конструкцией жесткого диска является исполнение в виде одного устройства - камеры, внутри которой находится один или более дисковых носителей насаженных на один шпиндель и блок головок чтения/записи с их общим приводящим механизмом. Обычно, рядом с камерой носителей и головок располагаются схемы управления головками, дисками и, часто, интерфейсная часть и/или контроллер. На интерфейсной карте устройства располагается собственно интерфейс дискового устройства, а контроллер с его интерфейсом располагается на самом устройстве. С интерфейсным адаптером схемы накопителя соединяются при помощи комплекта шлейфов.

Информация заносится на концентрические дорожки, равномерно распределенные по всему носителю. В случае большего, чем один диск, числа носителей все дорожки, находящиеся одна под другой, называются цилиндром. Операции чтения/записи производятся подряд над всеми дорожками цилиндра, после чего головки перемещаются на новую позицию. Герметичная камера предохраняет носители не только от проникновения механических частиц пыли, но и от воздействия электромагнитных полей. Камера не является абсолютно герметичной т.к. соединяется с окружающей атмосферой при помощи специального фильтра, уравнивающего давление внутри и снаружи камеры. Однако, воздух внутри камеры максимально очищен от пыли. Диски вращаются постоянно, а скорость вращения носителей довольно высокая (от 4500 до 10000 об/мин), что обеспечивает высокую скорость чтения/записи. По величине диаметра носителя чаще других производятся 5.25, 3.14, 2.3 дюймовые диски. На диаметр носителей несменных жестких дисков не накладывалось никакого ограничения со стороны совместимости и переносимости носителя, за исключением форм-факторов корпуса ПК.

Для позиционирования головок чтения/записи применяются шаговые и линейные двигатели механизмов позиционирования и механизмы перемещения головок в целом.

В системах с шаговым механизмом и двигателем головки перемещаются на определенную величину, соответствующую расстоянию между дорожками. Дискретность шагов зависит либо от характеристик шагового двигателя, либо задается серво-метками на диске, которые могут иметь магнитную или оптическую природу. Для считывания магнитных меток используется дополнительная серво головка, а для считывания оптических - специальные оптические датчики.

В системах с линейным приводом головки перемещаются электромагнитом, а для определения необходимого положения служат специальные сервисные сигналы, записанные на носитель при его производстве и считываемые при позиционировании головок. Во многих устройствах для серво-сигналов используется целая поверхность и специальная головка или оптический датчик. Такой способ организации серво-данных носит название выделенная запись сервосигналов. Если серво-сигналы записываются на те же дорожки, что и данные и для них выделяется специальный серво-сектор, а чтение производится теми же головками, что и чтение данных, то такой механизм называется встроенная запись сервосигналов. Выделенная запись обеспечивает более высокое быстродействие, а встроенная - повышает емкость устройства.

Линейные приводы перемещают головки значительно быстрее, чем шаговые, кроме того они позволяют производить небольшие радиальные перемещения внутри дорожки, давая возможность отследить центр окружности серво-дорожки. Этим достигается положение головки, наилучшее для считывания с каждой дорожки, что значительно повышает достоверность считываемых данных и исключает необходимость временных затрат на процедуры коррекции. Как правило, все устройства с линейным приводом имеют автоматический механизм парковки головок чтения/записи при отключении питания устройства.

Парковкой головок называют процесс их перемещения в безопасное положение. Это - так называемое парковочное положение головок в той области дисков где ложатся головки. Там, обычно, не записано никакой информации, кроме серво - это специальная посадочная зона (Landing Zone). Для фиксации привода головок в этом положении в большинстве ЖД используется маленький постоянный магнит, когда головки принимают парковочное положение - этот магнит соприкасается с основанием корпуса и удерживает позиционер головок от ненужных колебаний. При запуске накопителя схема управления линейным двигателем отрывает фиксатор, подавая на двигатель, позиционирующий головки, усиленный импульс тока. В ряде накопителей используются и другие способы фиксации - основанные, например, на воздушном потоке, создаваемом вращением дисков. В запаркованном состоянии накопитель можно транспортировать при достаточно плохих физических условиях (вибрация, удары, сотрясения), т.к. нет опасности повреждения поверхности носителя головками. В настоящее время на всех современных устройствах парковка головок накопителей производится автоматически внутренними схемами контроллера при отключении питания и

не требует для этого никаких дополнительных программных операций, как это было с первыми моделями.

Во время работы все механические части накопителя подвергаются тепловому расширению, и расстояния между дорожками, осями шпинделя и позиционером головок чтения/записи меняется. В общем случае это никак не влияет на работу накопителя, поскольку для стабилизации используются обратные связи, однако некоторые модели время от времени выполняют рекалибровку привода головок, сопровождаемую характерным звуком, напоминающим звук при первичном старте, подстраивая систему к изменившимся расстояниям.

Плата электроники современного накопителя на жестких магнитных дисках представляет собой самостоятельный микрокомпьютер с собственным процессором, памятью, устройствами ввода/вывода и прочими традиционными атрибутами присущими компьютеру. На плате могут располагаться множество переключателей и перемычек, однако не все из них предназначены для использования пользователем. Как правило, руководства пользователя описывают назначение только перемычек, связанных с выбором логического адреса устройства и режима его работы, а для накопителей с интерфейсом SCSI - и перемычки, отвечающие за управление резисторной сборкой (стабилизирующей нагрузкой в цепи) /4/.

4.3 Основные физические и логические параметры ЖД

Диаметр дисков - параметр свободный от каких-либо стандартов, ограничиваемый лишь форм-факторами корпусов системных блоков. Наиболее распространены накопители с диаметром дисков 2.2, 2.3, 3.14 и 5.25 дюймов. Диаметр дисков определяет плотность записи на дюйм магнитного покрытия. Накопители большего диаметра содержат большее число дорожек, и в них, как правило используются более простые технологии изготовления носителей, предназначенных для меньшей плотности записи. Они, как правило, медленнее своих меньших собратьев и имеют меньшее число дисков, но более надежны. Накопители с меньшим диаметром больших объемов имеют более высокотехнологичные поверхности и высокие плотности записи информации, а также, как правило, и большее число дисков.

4.4 Контроллеры жестких дисков

Контроллер накопителя физически расположен на плате электроники и предназначен для обеспечения операций преобразования и пересылке информации от головок чтения/записи к интерфейсу накопителя. Часто, контроллером называют интерфейс накопителя или интерфейс ПК с накопителем, что в общем не верно. Контроллер жестких дисков представляет собой сложнейшее устройство - микрокомпьютер, со своим процессором, ОЗУ и ПЗУ, схемами и системой ввода/вывода и т.п.. Однако, в большинстве случаев, производители размещают их в одном или двух микро-чипах.

Контроллер занимается множеством операций преобразования потока данных. Так как длина дорожек неравна, данные на различные дорожки необходимо записывать неравномерно. В силу причин, многие операционные системы, работающие с накопителями на ЖМД через BIOS, разработаны таким образом, что не могут оперировать числом цилиндров более 1024. Поскольку в настоящее время, накопители больших объемов (более 1Мб) имеют более 1024 физических цилиндра, то применяется программный пересчет, при котором, накопитель определяется его контроллером и процедурами BIOS как имеющий не более 1024 цилиндра, но имеющий некоторое нереальное число головок, поверхностей и секторов. Функция же пересчета для отыскания нужного сектора ложится либо на BIOS ПК, либо на BIOS контроллера, либо на интерфейс.

Данные, записываемые в сектора, защищаются от некоторых ошибок чтения/записи при помощи расчета и записи вместе с ними контрольной суммы - кода контроля ошибок (Error Correction Code - ECC). Записывая байты на диск, адаптер производит накопление циклическим делением входных данных на специальный полином, остатка от деления, который представляет уникальную комбинацию бит и записывается контроллером вместе с данными. Число байт ECC для каждого устройства определяется видом используемого полинома. При считывании данных производится аналогичное накопление и расчет контрольной суммы. В случае несовпадения результатов рассчитываемого и хранимого с данными ECC, производится попытка восстановления - коррекции данных при помощи полинома, имеющихся данных и контрольной суммы.

Большинство современных накопителей поддерживают режимы работы контроллеров Ultra DMA, DMA2, и PIO. DMA - Direct Memory Access - прямой доступ к памяти - режим взаимодействия контроллера накопителя и интерфейса ПК, при котором обмен данными по интерфейсу осуществляется без участия центрального процессора ПК. Режим DMA позволяет заметно разгрузить процессор по сравнению с режимом PIO (Programmed Input/Output - программный ввод/вывод), при котором все пересылки выполняет непосредственно центральный процессор ПК. Это достигается за счет использования специального контроллера и канала прямого доступа к оперативной памяти ПК, без участия центрального процессора. Все современные накопители могут работать в режиме DMA2, если это поддерживается операционной системой, а скорость обмена при этом может достигать, в зависимости от модели, 16.6 Мб/с. А накопители и системы с поддержкой режима Ultra DMA, при использовании соответствующего драйвера, могут передавать и принимать информацию со скоростью 33.3 Мб/с. Однако, это лишь предельно возможные скорости обмена данными контроллера с буфером накопителя. Реальная же скорость чтения/записи даже в лучших моделях с интерфейсом ATA в настоящее время не превышает 10-11 Мб/с. Основная нагрузка при работе ложится именно на чтение/запись, передача данных в буфер и из буфера занимает лишь малую часть этого времени, и сам факт перехода на Ultra DMA, как правило, дает прирост лишь в единицы процентов.

Но накопители с Ultra DMA, обычно, имеют высокую скорость вращения шпинделя, а следовательно - и более высокую скорость чтения/записи /12/.

4.5 Физическое хранение, методы кодирования информации

Вся информация и места ее хранения делятся на служебную и пользовательскую информацию. Служебная и пользовательская информация хранится в областях дорожек называемых секторами. Каждый сектор содержит область пользовательских данных - место, куда можно записать информацию, доступную в последующем для чтения и зону серво-данных, записываемых один раз при физическом форматировании и однозначно идентифицирующих сектор и его параметры (используется или нет, физический адрес сектора, ЕСС код и т.п.). Вся серво-информация не доступна обычным процедурам чтения/записи и носит абсолютно уникальный характер в зависимости от модели и производителя накопителя.

В отличие от дискет и старых накопителей на ЖД, диски современных накопителей проходят первичную, или низкоуровневую, разметку (Low Level Formatting) на специальном заводском высокоточном технологическом стенде. В ходе этого процесса на диски записываются служебные метки - серво-информация, а также формируются привычные дорожки и сектора.

В настоящее время используется несколько различных методов кодирования данных.

Частотная модуляция (Frequency Modulation - FM) - метод, используемый в накопителях на сменных магнитных дисках. Иначе, кодирование методом FM можно назвать кодированием с единичной плотностью. Метод предполагает запись на носитель в начале каждого битового элемента данных бита синхронизации. Битовый элемент определяется как минимальный интервал времени между битами данных, получаемый при постоянной скорости вращения диска носителя. Метод гарантирует, по меньшей мере, одну перемену направления магнитного потока за единицу времени вращения. Такой временной интервал соответствует максимальной продольной плотности магнитного потока 2330 перемен на 1 см и скорости передачи данных – 125 Кбит/сек. Простота кодирования и декодирования по методу FM определяется постоянной частотой следования синхроимпульсов. Однако, наличие этих бит синхронизации и является одним из недостатков данного метода, т.к. результирующий код малоэффективен с точки зрения компактности данных (половина пространства носителя занята битами синхронизации). Это один из первых методов, не используемый в настоящее время в накопителях на ЖД.

Модифицированная частотная модуляция (Modified Frequency Modulation - MFM) - улучшенный метод FM. Модификация заключается в сокращении вдвое длительности битового элемента - до 4 мкс и использовании бит синхронизации не после каждого бита данных, а лишь в случаях, когда в предшествующем и текущем битовых элементах нет ни одного бита данных. Такой способ кодирования позволяет удвоить емкость носителя и скорость

передачи данных, по сравнению с методом FM, т.к. в одном и том же битовом элементе никогда не размещаются бит синхронизации и данных, а на один битовый элемент приходится только одна переменная направления магнитного потока. Также, в настоящее время не используется.

Запись с групповым кодированием (Run Limited Length - RLL) - метод, полностью исключаящий запись на диск каких-либо синхронизационных бит. Синхронизация достигается за счет использования бит данных. Однако, такой подход требует совершенно иной схемы кодирования, т.к. простое исключение бит синхронизации приведет к записи последовательностей из одних нулей или единиц в которых не будет ни одной переменной полярности магнитного потока. Метод RLL происходит от методов, используемых для кодирования данных при цифровой записи на магнитную ленту. При этом, каждый байт данных разделяется на два полубайта, которые кодируются специальным 5-ти разрядным кодом, суть которого – добиться хотя бы одной переменной направления магнитного потока для каждой пары его разрядов. Что означает, необходимость наличия в любой комбинации 5-ти разрядных кодов не более двух стоящих рядом нулевых бит. Из 32 комбинаций 5 бит такому условию отвечают 16. Они и используются для кодирования по методу RLL. При считывании происходит обратный процесс. При применении метода кодирования RLL скорость передачи данных возрастает с 250 до 380 Кбит/с, а число перемен полярности магнитного потока до 3330 перемен/см. При этом длительность битового элемента снижается до 2.6 мкс. Поскольку, максимальный интервал времени до перемены магнитного потока известен (два последовательно расположенных нулевых бита), биты данных могут служить битами синхронизации, что делает метод кодирования RLL самосинхронизирующимся и самотактируемым.

Модифицированная запись с групповым кодированием (Advanced Run Limited Length – ARLL) – улучшенный метод RLL, в котором, наряду с логическим уплотнением данных, производится повышение частоты обмена между контроллером и накопителем.

4.6 Интерфейсы жестких дисков

В настоящее время в настольных ПК IBM-PC, чаще других, используются две разновидности интерфейсов ATAPI - AT Attachment Packet Interface (Integrated Drive Electronics - IDE, Enhanced Integrated Drive Electronics - EIDE) и SCSI (Small Computers System Interface).

Интерфейс IDE разрабатывался как недорогая и производительная альтернатива высокоскоростным интерфейсам ESDI и SCSI. Интерфейс, предназначен для подключения двух дисковых устройств. Отличительной особенностью дисковых устройств, работающих с интерфейсом IDE состоит в том, что собственно контроллер дискового накопителя располагается на плате самого накопителя вместе со встроенным внутренним кэш-буфером. Интерфейс характеризуется чрезвычайной простотой, высоким быстродействием, малыми размерами и относительной дешевизной.

На смену интерфейсу IDE пришло EIDE. Сейчас это лучший вариант для подавляющего большинства настольных систем.

Во-первых, это большая емкость дисков. Если IDE не поддерживал диски свыше 528 мегабайт, то EIDE поддерживает объемы до 8.4 гигабайта на каждый канал контроллера.

Во-вторых, к нему подключается больше устройств - четыре вместо двух. Раньше имелся только один канал контроллера, к которому можно было подключить два IDE устройства. Теперь таких каналов два. Основной канал, который обычно стоит на высокоскоростной локальной шине и вспомогательный.

В-третьих, появилась спецификация ATAPI (AT Attachment Packet Interface) дающая возможность подключения к этому интерфейсу не только жестких дисков, но и других устройств - стримеров и дисководов CD-ROM.

В-четвертых - повысилась производительность. Накопители с интерфейсом IDE характеризовались максимальной скоростью передачи данных на уровне 3 мегабайт в секунду. Жесткие диски EIDE поддерживают несколько новых режимов обмена данными. В их число входит режим программируемого ввода-вывода PIO (Programmed Input/Output) Mode 3 и 4, которые обеспечивают скорость передачи данных 11.1 и 16.6 мегабайт в секунду соответственно. Программируемый ввод-вывод - это способ передачи данных между контроллером периферийного устройства и оперативной памятью компьютера посредством команд пересылки данных и портов ввода/вывода центрального процессора.

В пятых - поддерживается режим прямого доступа к памяти - Multiword Mode 1 DMA (Direct Memory Access) или Multiword Mode 2 DMA и Ultra DMA, которые поддерживают обмен данными в монопольном режиме (то есть когда канал ввода-вывода в течение некоторого времени обслуживает только одно устройство). DMA - это еще один путь передачи данных от контроллера периферийного устройства в оперативную память компьютера, от PIO он отличается тем, что центральный процессор ПК не задействуется и его ресурсы остаются свободными для других задач. Периферийные устройства обслуживает специальный контроллер DMA. Скорость при этом достигает 13.3 и 16.6 мегабайта в секунду, а при использовании Ultra DMA и соответствующего драйвера шины - 33 мегабайт в секунду. EIDE-контроллеры используют механизм PIO точно так же, как это делают и некоторые SCSI-адаптеры, но скоростные адаптеры SCSI работают только по методу DMA.

В шестых - расширена система команд управления устройством, передачи данных и диагностики, увеличен кеш-буфер обмена данными и существенно доработана механика.

Фирмы Seagate и Quantum вместо спецификации EIDE используют спецификацию Fast ATA для накопителей, поддерживающих режимы PIO Mode 3 и DMA Mode 1, а работающие в режимах PIO Mode 4 и DMA Mode 2 обозначают как Fast ATA-2.

Интерфейс SCSI является универсальным и определяет шину данных между центральным процессором и несколькими внешними устройствами,

имеющими свой контроллер. Помимо электрических и физических параметров, определяются также команды, при помощи которых, устройства, подключенные к шине осуществляют связь между собой. Интерфейс SCSI не определяет детально процессы на обеих сторонах шины и является интерфейсом в чистом виде. Интерфейс SCSI поддерживает значительно более широкую гамму периферийных устройств и стандартизован ANSI (X3.131-1986).

Сегодня применяются в основном два стандарта - SCSI-2 и Ultra SCSI. В режиме Fast SCSI-2 скорость передачи данных достигает до 10 мегабайт в секунду при использовании 8-разрядной шины и до 20 мегабайт при 16-разрядной шине Fast Wide SCSI-2. Появившийся позднее стандарт Ultra SCSI отличается еще большей производительностью - 20 мегабайт в секунду для 8-разрядной шины и 40 мегабайт для 16-разрядной. В новейшем SCSI-3 увеличен набор команд, но быстродействие осталось на том же уровне. Все применяющиеся сегодня стандарты совместимы с предыдущими версиями сверху - вниз, то есть к адаптерам SCSI-2 и Ultra SCSI можно подключить старые SCSI-устройства. Интерфейс SCSI-Wide, SCSI-2, SCSI-3 - стандарты модификации интерфейса SCSI, разработаны комитетом ANSI. Общая концепция усовершенствований направлена на увеличение ширины шины до 32-х, с увеличением длины соединительного кабеля и максимальной скорости передачи данных с сохранением совместимости с SCSI. Это наиболее гибкий и стандартизованный тип интерфейсов, применяющийся для подключения 7 и более периферийных устройств, снабженных контроллером интерфейса SCSI.

4.7 Логическое хранение и кодирование информации

Первый сектор жесткого диска содержит хозяйственную загрузочную запись - Master Boot Record (MBR) которая, в свою очередь, содержит загрузочную запись - Boot Record (BR), выполняющуюся в процессе загрузки ОС. Загрузочная запись жестких дисков является объектом атаки компьютерных вирусов, заражающих MBR. За загрузчиком расположена таблица разделов - Partition Table (PT), содержащая 4 записи - элементы логических разделов - Partitions.

4.8 Физическое и логическое подключение жестких дисков

Интерфейсный шлейф. Как правило, интерфейсный шлейф соответствующего интерфейса (ATA или SCSI) входит в состав поставки материнской платы (если на ней интегрирован интерфейсный адаптер) или в состав отдельного адаптера и представляет собой плоский одинарный или двойной шлейф. Многие шлейфы комплектуются двумя разъемами для подключения двух устройств, что может быть полезно при добавлении еще одного накопителя в будущем. Один из концевых разъемов на шлейфе подсоединяется к разъему контроллера на плате (материнской или внешнего контроллера, подключаемого к шине материнской платы как устройство

расширения через слот расширения шины PCI, ISA или VLB), а два других предназначены для накопителей. Как и на всех других шлейфах, первый проводник на IDE-кабеле помечен красным цветом. Его следует подключать к первому контакту разъемов на плате и на самом накопителе, которые хорошими производителями помечаются цифрой 1. Как правило, первый контакт интерфейсного кабеля на плате накопителя приходится на ту сторону разъема, что ближе к разъему питания. Если интерфейсный шлейф подсоединить неправильно, то, обычно, BIOS накопителя и интерфейса не могут стартовать и зависают на начальной стадии тестирования дисковой системы, при этом ПК не грузится и не отрабатывает процедура Post. Шлейфы интерфейсов ATA и SCSI подключаются аналогично, хотя многие SCSI контроллеры подключаются не одним, а двумя шлейфами.

Кабель питания подключается аналогично на всех устройствах посредством 4-х контактного стандартного разъема и четырехпроводного кабеля. Питание практически невозможно подключить неправильно, т.к. разъем содержит направляющие фаски, однако, в противном случае, накопитель сразу же выйдет из строя.

Перемычки. При подключении первого ATA или SCSI накопителя вся процедура выполняется аналогично, т.к. основные установки обычно устанавливаются на заводе изготовителе для одиночного устройства (master или single). Однако, при подключении второго накопителя ATA необходимо установить перемычки, определяющие логический статус второго устройства, подключаемого либо к тому же каналу контроллера, что и первый, либо - ко второму каналу. Если устройство IDE подключается первым на канал, то на нем необходимо установить перемычку выбора кабеля логического устройства в положение master, (для одного единственного накопителя также может быть особое положение перемычки - single). При подключении вторым устройством на том же шлейфе - к тому же каналу, что и первое устройство, на втором накопителе необходимо установить перемычку в положение slave или cable select. Необходимо отметить, что два устройства на одном шлейфе (на одном канале), подключенные неправильно, опознаваться и работать не будут, а master устройство является загрузочным и ведущим, в то время как, slave устройство является ведомым и работает несколько медленнее. Необходимо также подчеркнуть, что производительность двух ATA накопителей на одном канале несколько ниже, чем одиночного, чего нельзя сказать о нескольких SCSI накопителях, подключенных к одному контроллеру SCSI.

Раскладка перемычек к накопителям, как правило, приводится на верхней крышке устройства и/или в руководстве пользователя.

Рекомендуется не подключать к одному и тому же каналу накопитель на ЖД и CD-ROM, т.к. такое подключение снижает производительность накопителя с интерфейсом ATA.

Все современные BIOSы материнских плат содержат процедуру автоматического распознавания накопителей на ЖД с интерфейсом ATA (IDE, EIDE) - IDE HDD Autodetection. Это более необходимо еще и по причине представления несоответствия физического и логического числа цилиндров,

головок и секторов для накопителей с числом цилиндров более 1024 и объемом более 540 Мб. В настоящее время, для таких накопителей производители обеспечивают три различных режима работы BIOS с накопителем на жестких дисках – Normal, Large и LBA (Large Block Access) и, соответственно, три различных режима работы интерфейса.

Для накопителей с интерфейсом SCSI, контроллер которых снабжен собственной BIOS и процедурой setup, необходимо вызвать данную процедуру во время загрузки ПК путем нажатия соответствующей комбинации клавиш (такие комбинации различны у адаптеров различных производителей, а указание на них приводится в строках инициализации интерфейса, возникающих на экране монитора после включения ПК) /3/.

4.9 Работа накопителя

Процесс работы накопителя от запуска до остановки. При подаче питающих напряжений начинает работать микропроцессор контроллера. Вначале он, как и компьютер, выполняет самотестирование и в случае его успеха запускает схему управления двигателем вращения шпинделя. Диски начинают раскручиваться, увлекая за собой прилегающие к поверхностям слои воздуха, и при достижении некоторой скорости давление набегающего на головки потока воздуха преодолевает силу пружин, прижимающих их к дискам, и головки всплывают, поднимаясь над дисками на доли микрона. С этого момента, вплоть до остановки дисков, головки не касаются дисков и парят над поверхностями, поэтому ни диски, ни сами головки практически не изнашиваются. Тем временем, двигатель шпинделя продолжает раскручивать поверхности. Его скорость постепенно приближается к номинальной (тысячи оборотов в минуту). В это время накопитель потребляет максимум питающего напряжения и создает предельную нагрузку на блок питания компьютера по напряжению 12 Вольт.

4.10 Эксплуатация и обслуживание жестких дисков

После установки разбиения и форматирования накопителей они также нуждаются в постоянном своевременном обслуживании. Оно заключается в обеспечении целостности и стабильности файловой системы, что достигается программным способом при помощи системных утилит, входящих либо в состав ОС, либо поставляемые третьими производителями. В MS-DOS ориентированных системах (MS-DOS, Windows 95-98, PC-DOS, DR-DOS, Novell DOS) такими профилактическими мерами являются проверка логической целостности файловой системы и физической целостности накопителя. Логическая целостность файловой системы подразумевает правильность записей в таких структурах как Master Boot record, Partition Table, File Allocation table и Directories/Folders. К проверке физической целостности можно отнести проверку на наличие т.н. плохих блоков данных, имеющих физические повреждения и приводящие к ошибкам чтения/записи.

4.11 Компоненты магнитного накопителя типа «винчестер»

N-контроллер управляет ресурсами всех узлов и отвечает за механизм выбора головки. В N-контроллер входят следующие элементы – АЦП, сервоконтроллер, блок коррекции ошибок, форматтер.

АЦП декодирует информацию о местоположении головки в цифровой вид и передает ее сервоконтроллеру.

Сервоконтроллер содержит ЦАП и тем самым управляет широтно-импульсной модуляцией, тем самым отвечая за управление позиционированием головок относительно магнитных дисков.

Блок коррекции ошибок служит для коррекции возникающих ошибок.

Форматер управляет частью процесса чтения-записи контролируя сигналы Read и Write Gate.

Дисковый контроллер (контроллер интерфейса) отвечает за обмен данными с компьютером.

Микросхема чтения-записи работает под управлением контроллера диска и интерфейса, обеспечивает предкомпенсацию записываемых данных и работу канала чтения. Микросхема чтения-записи состоит из операционного усилителя, АЦП, детектора Виттерби.

Операционный усилитель принимает сигнал чтения, усиливает и передает на фильтр Баттерворта.

Предкомпенсатор осуществляет конечное преобразование данных перед записью их на магнитный диск. Преобразованные данные поступают на предусилитель записи и затем на записывающуюся головку.

АЦП осуществляет преобразование отфильтрованного сигнала при операции чтения в цифровую последовательность.

Детектор Виттерби преобразует данные с ЦАП в поток двоичной информации.

4.12 Алгоритм взаимодействия программы и жесткого диска (запрос на запись или чтение)

Винчестер. Записывает в регистр состояния свой статус – «Готов».

Программа. Читает регистр статуса и проверяет, есть ли в нем статус «Готов».

Записывает в регистр счетчика секторов число 1 (ей нужно прочитать 1-й сектор).

Записывает в регистр номера стартового сектора 4 (нужен 4-1 сектор).

Записывает в регистр младшего байта цилиндра 2 (2-й цилиндр).

Записывает в регистр старшего байта цилиндра 0.

Записывает в регистр выбора устройства и головки 3 (нужна 3-я головка).

Записывает в регистр команд шестнадцатиричное число 20h (код одной из команд чтения).

Винчестер. Читает регистры, записывает в регистр состояния свой статус – «Занят» и приступает к выполнению команды: находит нужный сектор и читает его в кеш-память.

Записывает в регистр состояния свой статус – «Готов, данные в кеш-памяти».

Программа. Читает регистр статуса и проверяет, есть ли в нем статус «Готов, данные в кеш-памяти». Читает из регистра данных содержимое нужного нам сектора.

Доступ к винчестеру осуществляется через служащие этим целям порты (регистры контроллера), а их девять:

- регистр обмена данными;
- регистр ошибок;
- регистр счетчика секторов;
- регистр номера стартового сектора;
- регистр номера цилиндра (младший байт);
- регистр номера цилиндра (старший байт);
- регистр выбора устройства и головки;
- регистр команд (при записи в него) или регистр состояния винчестера (при чтении из него);
- альтернативный регистр состояния.

Регистр обмена данными 16-разрядный, остальные 8-разрядные /2,5,6/.

4.12 Структурная схема ЖМД IDE AT

Структурная схема ЖМД показана на рисунке 4.2.

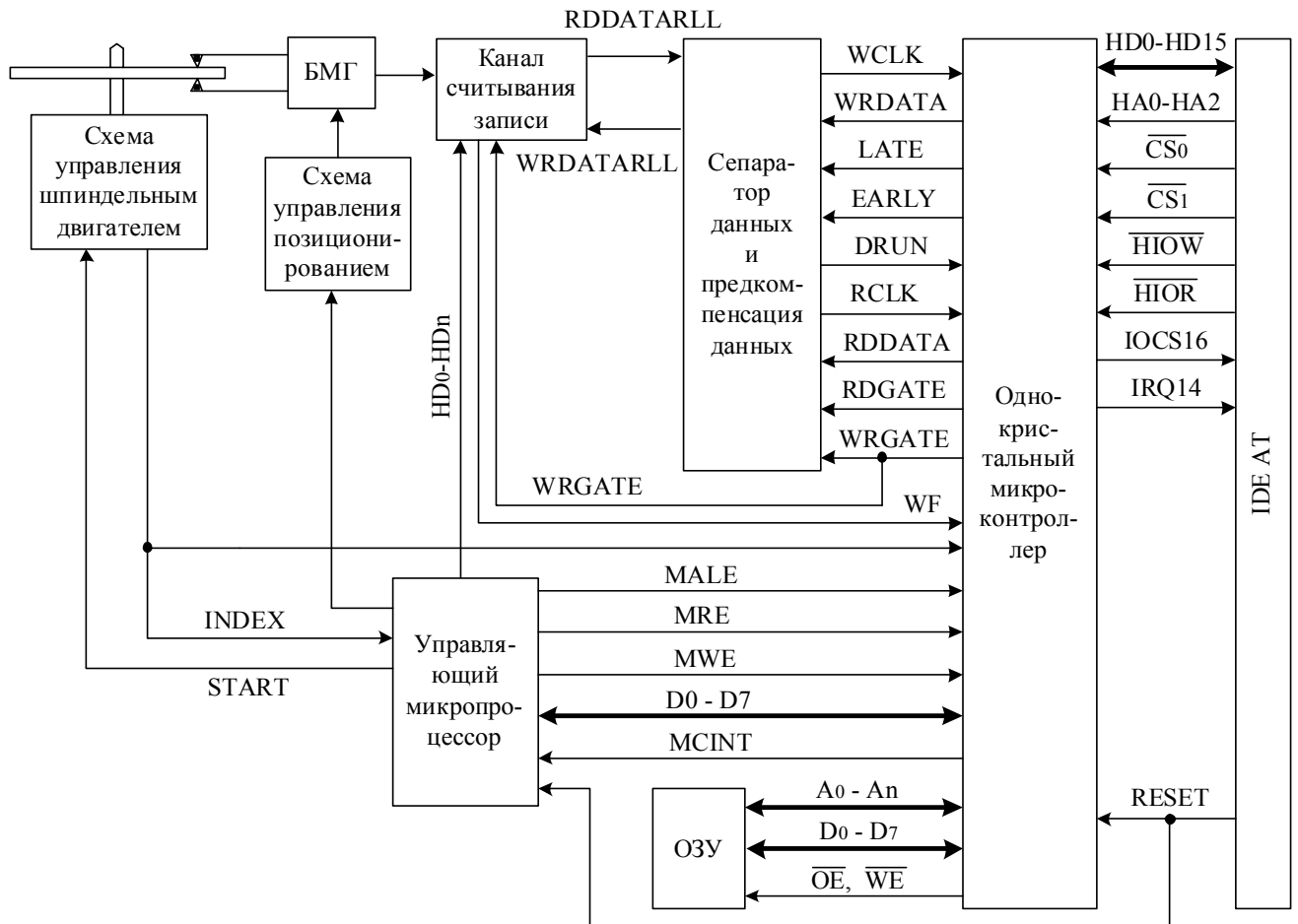


Рисунок 4.2 - Структурная схема ЖМД

Сигналы, используемые при работе жесткого магнитного диска:

- **INDEX** -сигнал, вырабатываемый схемой управления шпиндельного двигателя за один оборот диска;
- **START** – разрешение на запуск шпиндельного двигателя;
- **HD0-HDn** – двоичный код выбора головки считывания-записи;
- **RDDATARLL** – данные чтения RLL;
- **WRDATARLL** – данные записи RLL;
- **WF** – сигнал, вырабатываемый схемой записи при ошибке;
- **WCLK** – синхроимпульсы записываемых данных;
- **WRDATA** – данные записи в коде NZN5;
- **LATE, EARLY** – сигналы управления режимом предкомпенсации;
- **DRUN** – выход детектора поля синхронизации;
- **RCLK** – синхроимпульсы считываемых данных;

- RDATA – считываемые данные в коде NZN;
- RDGATE – строб чтения;
- WRGATE – строб записи;
- MALE – строб адреса управляющего микропроцессора;
- MRE – строб чтения управляющего микропроцессора;
- MWE – строб записи управляющего микропроцессора;
- D0-D7 – внутренняя шина данных;
- MCINT – сигнал прерывания от однокристального микроконтроллера;
- OE – строб чтения из буферного ОЗУ.

4.13 Вопросы

1. Что используется (какие двигатели) для позиционирования головок чтения/записи в жестких двигателях (ЖД) и как они работают?
2. Что такое «парковка головки» ЖД и как она происходит?
3. Какие основные физические и логические параметры ЖД?
4. Что представляют собой и какие показатели имеют следующие параметры: число поверхностей; число цилиндров; число секторов; число секторов на дорожке; частота вращения шпинделя; время перехода от одной дорожки к другой; время успокоения головок; время установки или время поиска; среднее время установки или поиска; время ожидания; время доступа; среднее время доступа к данным; скорость передачи данных (пропускная способность); внешняя скорость передачи данных; внутренняя скорость передачи данных; физический и логический объем накопителей?
5. Какие контроллеры жестких магнитных дисков используются и для чего?
6. Что такое физическое и логическое хранение информации и какие методы кодирования информации используются в настоящее время?
7. Что представляет собой физическое и логическое подключение жестких дисков?
8. Как работает жесткий магнитный диск (процесс работы накопителя от запуска до остановки)?
9. Что представляет собой алгоритм взаимодействия программы и жесткого диска?
10. Из каких основных компонент состоит блок-схема жесткого магнитного диска?

5 Сканеры

Сканером называется устройство позволяющее вводить в компьютер образы изображений, представленных в виде текста, рисунков, слайдов, фотографий или другой графической информации. Несмотря на обилие различных моделей сканеров их классификацию можно провести всего по

нескольким признакам (или критериям). Во-первых, по степени прозрачности вводимого оригинала изображения, во-вторых, по кинематическому механизму сканера (конструкции механизма движения), в-третьих, по типу вводимого изображения и, в-четвертых, по особенностям программного и аппаратного обеспечения сканера.

Оригиналы изображений. Изображения (или оригиналы) можно условно разделить на две группы. К первой из них относятся так называемые непрозрачные оригиналы (фотографии, рисунки, страницы журналов) и прозрачные оригиналы - цветные и черно-белые слайды и негативы. Для работы со слайдами существуют специальные приставки.

Типы вводимого изображения. По данному критерию все существующие сканеры можно подразделить на черно-белые и цветные. Черно-белые в свою очередь могут подразделяться на штриховые и полутоновые (серые). Однако полутона изображения могут также эмулироваться. Первые модели черно-белых сканеров могли работать только в двухуровневом (bilevel) режиме, воспринимая или черный, или белый цвет. Таким образом, сканироваться могли только либо штриховые рисунки (чертежи), либо двухтоновые изображения. Псевдополутоновой режим, или режим растривания (dithering), сканера имитирует оттенки серого цвета, группируя несколько точек вводимого изображения в gray scale-пиксели. Такие пиксели могут иметь размеры 2x2 (4 точки), 3x3 (9 точек) или 4x4 (16 точек) и т.д. Отношение количества черных точек к белым и определяет уровень серого цвета. Например, gray-scale -пиксел размером 4x4 позволяет воспроизводить 17 уровней серого (включая и полностью белый цвет). Однако, разрешающая способность сканера при использовании gray-scale-пикселей снижается (в последнем случае в 4 раза). Полутоновые сканеры используют максимальную разрешающую способность, как правило, только в двухуровневом режиме. Обычно такие сканеры поддерживают 16, 64 или 256 оттенков серого цвета, для 4-, 6- и 8-разрядного кода, который ставится при этом в соответствие каждой точке изображения. Разрешающая способность сканера измеряется в количестве различаемых точек на дюйм изображения - dpi (dot per inch). Если в первых моделях сканеров разрешающая способность была обычно 200-300 dpi, то в современных моделях это, как правило, 400, а то и 800 dpi. Некоторые сканеры обеспечивают аппаратное разрешение 600x1200 dpi. В ряде случаев разрешение сканера может устанавливаться программным путем в процессе работы из ряда значений: 75, 100, 150, 200, 300 и 400 dpi. Благодаря операции интерполяции, выполняемой обычно программно, современные сканеры могут иметь разрешение 800 dpi и выше. В результате интерполяции на получаемом при сканировании изображении сглаживаются кривые линии и исчезают неровности диагональных линий. Интерполяция позволяет отыскивать значения промежуточных величин по уже известным значениям. Например, в результате сканирования один из пикселей имеет значение уровня серого цвета 48, а соседний с ним - 76. Использование простейшей линейной интерполяции позволяет сделать предположение о том, что значение уровня серого цвета для промежуточного пикселя могло бы быть равно 62. Если вставить все оценочные

значения пикселей в файл отсканированного изображения, то разрешающая способность сканера как бы удвоится, то есть вместо обычных 400 dpi станет равной 800 dpi.

Механизм движения. Определяющим фактором для данного параметра является способ перемещения считывающей головки сканера и бумаги относительно друг друга. В настоящее время все известные сканеры по этому критерию можно разбить на два основных типа: ручной (hand-held) и настольный (desktop). Тем не менее существуют также комбинированные устройства, которые сочетают в себе возможности настольных и ручных устройств.

5.1 Ручные сканеры

Для того чтобы ввести в компьютер какой-либо документ при помощи этого устройства, надо без резких движений провести сканирующей головкой по соответствующему изображению. Ширина вводимого изображения для ручных сканеров не превышает обычно 4 дюймов (10 см). В некоторых моделях ручных сканеров для повышения разрешающей способности, уменьшают ширину вводимого изображения. Современные ручные сканеры могут обеспечивать автоматическую склейку вводимого изображения, то есть формируют целое изображение из отдельно вводимых его частей. Это, в частности, связано с тем, что при помощи ручного сканера невозможно ввести изображения формата А4 за один проход. К основным достоинствам такого типа сканеров относятся небольшие габаритные размеры и сравнительно низкая цена.

5.2 Настольные сканеры

Настольные сканеры называют и страничными, и планшетными, и даже автосканерами. Такие сканеры позволяют обычно вводить изображения размерами 8,5 на 11 или 8,5 на 14 дюймов. Существует три разновидности настольных сканеров: планшетные (flatbed), рулонные (sheet-fed) и проекционные (overhead). Основным отличием flatbed-сканеров является то, что их сканирующая головка перемещается относительно бумаги с помощью шагового двигателя. Flatbed-сканеры. Внешне они чем-то могут напоминать ксероксы.

Работа sheet-fed-сканеров (рулонные) чем-то напоминает работу обыкновенной факс-машины. Отдельные листы документов протягиваются через такое устройство, при этом и осуществляется их сканирование. Таким образом, в данном случае сканирующая головка остается на месте, а уже относительно нее перемещается бумага. Для удобства работы sheet-fed-сканеры обычно оснащаются устройствами для автоматической подачи страниц.

Третья разновидность настольных сканеров - overhead-сканеры, которые больше всего напоминают своеобразный проекционный аппарат. Вводимый документ кладется на поверхность сканирования изображением

вверх, блок сканирования находится при этом также сверху. Перемещается только сканирующее устройство. Основной особенностью данных сканеров является возможность сканирования проекций трехмерных предметов.

5.3 Принцип работы и схемы сканеров

Черно-белые сканеры.

Сканируемое изображение освещается белым светом, получаемым, как правилом от флюоресцентной лампы. Отраженный свет через редуцирующую (уменьшающую) линзу попадает на фоточувствительный полупроводниковый элемент, называемый Прибором с Зарядовой Связью - ПЗС (Charge-Coupled Device, CCD). В основу ПЗС положена чувствительность проводимости р-п-перехода обыкновенного полупроводникового диода к степени его освещенности. На р-п-переходе создается заряд, который рассасывается со скоростью, зависящей от освещенности. Чем выше скорость рассасывания, тем больше ток через диод. Каждая строка сканирования изображения соответствует определенным значениям напряжения на ПЗС. Эти значения напряжения преобразуются в цифровую форму либо через аналогоцифровой преобразователь АЦП (для полутоновых сканеров), либо через компаратор (для двухуровневых сканеров). Компаратор сравнивает два значения (напряжение или ток) от ПЗС и опорное (рисунок 5.1), причем в зависимости от результата сравнения на его выходе формируется сигнал 0 (черный цвет) или 1 (белый).

Ошибка! Ошибка связи.

Рисунок 5.1 - Блок-схема черно-белого сканера

Разрядность АЦП для полутоновых сканеров зависит от количества поддерживаемых уровней серого цвета. Например, сканер, поддерживающий 64 уровня серого, должен иметь 6-разрядный АЦП. Каким образом сканируется каждая следующая строка изображения, целиком зависит от типа используемого сканера. Напомним, что у flatbed-сканеров движется сама сканирующая головка, а в sheet-fed-сканерах головка остается неподвижной, потому что движется носитель с изображением - бумага.

Цветные сканеры.

В настоящее время существует несколько технологий для получения цветных сканируемых изображений. Один из наиболее общих принципов работы цветного сканера заключается в следующем. Сканируемое изображение освещается уже не белым светом, а через вращающийся RGB-светофильтр (рисунок 5.2).

Ошибка! Ошибка связи.

Рисунок 5.2 - Блок-схема цветного сканера с вращающимся RGB - фильтром

Для каждого из основных цветов (красного, зеленого и синего) последовательность операций практически не отличается от последовательности операций при сканировании черно-белого изображения. Исключение составляет, пожалуй, только этап предварительной обработки и гамма-коррекции цветов, перед тем как информация передается в компьютер. Понятно, что этот этап является общим для всех цветных сканеров. В результате трех проходов сканирования получается файл, содержащий образ изображения в трех основных цветах - RGB (образ композитного сигнала). Если используется 8 -разрядный АЦП, который поддерживает 256 оттенков для одного цвета, то каждой точке изображения ставится в соответствие один из 16,7 миллиона возможных цветов (24 разряда). Сканеры, использующие подобный принцип действия, выпускаются, например, фирмой Microtek. Надо отметить, что наиболее существенным недостатком описанного выше метода является увеличение времени сканирования в три раза. Проблему может представлять также <выравнивание> пикселей при каждом из трех проходов, так как в противном случае возможно размывание оттенков и <смазывание> цветов. В сканерах известных японских фирм Epson и Sharp, как правило, вместо одного источника света используются три, для каждого цвета отдельно. Это позволяет сканировать изображение всего за один проход и исключает неверное <выравнивание> пикселей. Сложности этого метода заключаются обычно в подборе источников света со стабильными характеристиками. Другая японская фирма Seiko Instruments разработала цветной flatbed-сканер SpectraPoint, в котором элементы ПЗС были заменены фототранзисторами. На ширине 8,5 дюйма размещено 10200 фототранзисторов, которые расположены в три колонки по 3400 в каждой. Три цветных фильтра (RGB) расположены так, что каждая колонка фототранзисторов воспринимает только один основной цвет. Высокая плотность интегральных фототранзисторов позволяет достигать хорошей разрешающей способности - 400 dpi ($3\ 400/8,5$) - без использования редуцирующей линзы. А вот принцип действия цветного сканера ScanJet He фирмы Hewlett-Packard несколько иной. Источник белого света освещает сканируемое изображение, а отраженный свет через редуцирующую линзу попадает на трехполосную ПЗС через систему специальных фильтров, которые и разделяют белый свет на три компонента: красный, зеленый и синий (рисунок 5.3).

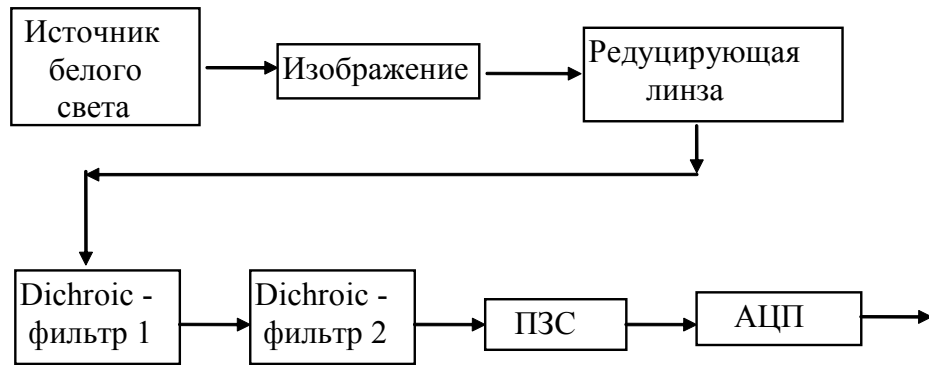
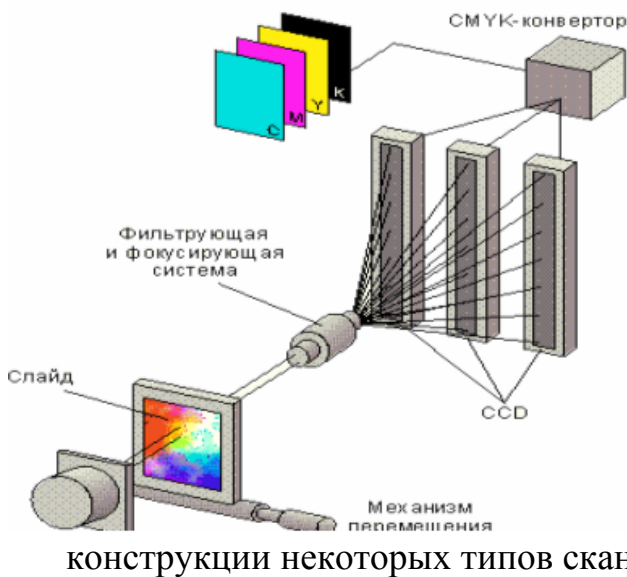


Рисунок 5.3 - Блок - схема сканера с dichroic - фильтрами

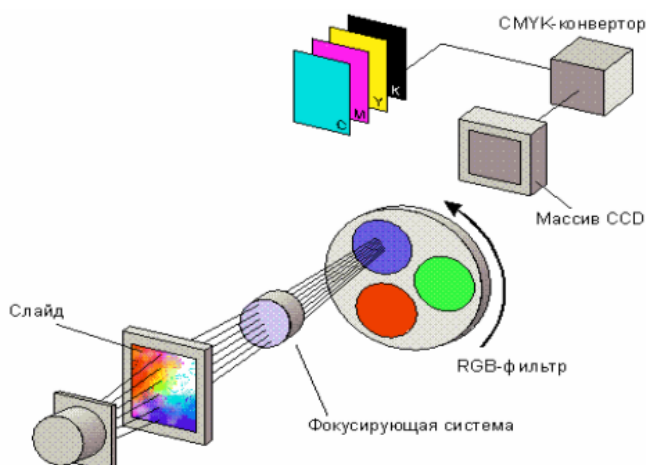
Физика работы подобных фильтров связана с явлением дихроизма, заключающегося в различной окраске одноосных кристаллов в проходящем белом свете, в зависимости от положения оптической оси. В рассматриваемом случае фильтрация осуществляется парой таких фильтров, каждый из которых представляет собой <сэндвич> из двух тонких и одного более толстого слоя кристаллов. Первый слой первого фильтра отражает синий свет, но пропускает зеленый и красный. Второй слой отражает зеленый свет и пропускает красный,

который отражается только от третьего слоя. Во втором фильтре, наоборот, от первого слоя отражается красный свет, от второго - зеленый, а от третьего - синий. После системы фильтров разделенные красный, зеленый и синий свет попадают на собственную полосу ПЗС, каждый элемент которого имеет размер около 8 мкм. Дальнейшая обработка сигналов цветности практически не отличается от обычной. используется и в цветных сканерах фирмы Ricoh.



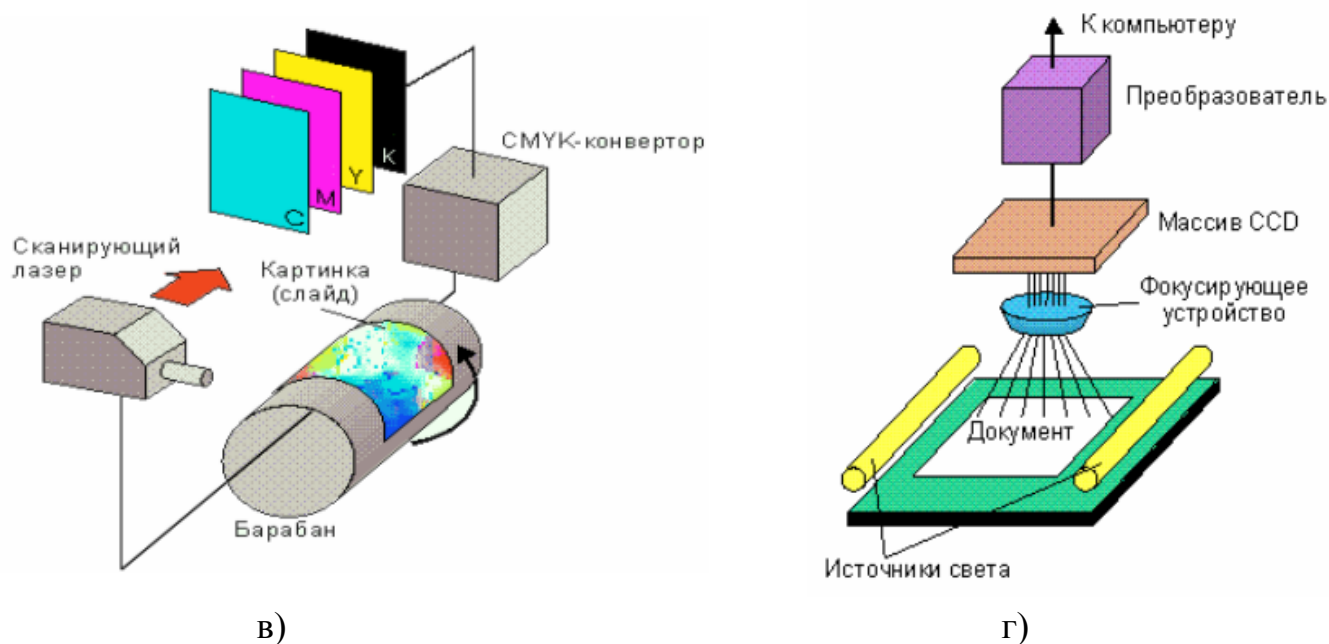
На рисунке 5.4 показаны

конструкции некоторых типов сканеров.



б)

а)



- а - цветной слайд-сканер с 3-мя СDD;
- б - цветной слайд-сканер с массивом СDD;
- в – рулонный (барабанный) сканер;
- г - проекционный сканер.

Рисунок 5.4 – Конструкции сканеров

5.5 Аппаратные интерфейсы сканеров

Для связи с компьютером сканеры могут использовать специальную 8- или 16-разрядную интерфейсную плату, вставляемую в соответствующий слот расширения. Кроме этого, в настоящее время достаточно широко используются стандартные интерфейсы, применяемые в IBM PC-совместимых компьютерах (последовательный и параллельный порты, а также интерфейс SCSI). Стоит отметить, что в случае стандартного интерфейса у пользователя не возникает проблем с разделением системных ресурсов: портов ввода-вывода, прерываний IRQ и каналов прямого доступа ОМА. По понятным причинам наиболее медленно передача данных осуществляется через последовательный порт (RS-232C). Именно поэтому в ряде последних ручных или комбинированных моделей сканеров для связи с компьютером используется стандартный параллельный порт. Это очень удобно, например, при работе с портативным компьютером. Программные интерфейсы и TWAIN. Для управления работой сканера (впрочем, как и иного устройства) необходима соответствующая программа - драйвер. В этом случае управление идет не на уровне <железа> (портов ввода-вывода), а через функции или точки входа драйвера. До недавнего времени каждый драйвер для сканера имел свой собственный интерфейс. Это было достаточно неудобно, поскольку для каждой модели сканера нужна была своя прикладная программа. Логичнее было бы наоборот,

если бы с одной прикладной программой могли работать несколько моделей сканеров. Это стало возможным благодаря TWAIN. TWAIN - это стандарт, согласно которому осуществляется обмен данными между прикладной программой и внешним устройством (читай, его драйвером). Напомним, что консорциум TWAIN был организован с участием представителей компаний Aldus, Caere, Eastman Kodak, Hewlett-Packard и Logitech. Основной целью создания TWAIN-спецификации было решение проблемы совместимости, то есть легкого объединения различных устройств ввода с любым программным обеспечением. Конкретизируя, можно выделить несколько основных вопросов, во-первых, поддержку различных платформ компьютеров, во-вторых, поддержку различных устройств, включая разнообразные сканеры и устройства ввода видео, и, в-третьих, возможность работы с различными форматами данных. Благодаря использованию TWAIN-интерфейса можно вводить изображение одновременно с работой в прикладной программе, поддерживающей TWAIN, например Corel DRAW, Picture Publisher, PhotoFinish. Таким образом, любая TWAIN-совместимая программа будет работать с TWAIN-совместимым сканером. В заключение стоит отметить, что образы изображений в компьютере могут храниться в графических файлах различных форматов, например TIFF, PCX, BMP, GIF и т.д. Надо иметь в виду, что при сканировании изображений файлы получаются достаточно громоздкие и могут достигать десятков и сотен мегабайт. Для уменьшения объема хранимой информации используется обычно процесс компрессии (сжатия) таких файлов /4,10/.

5.6 Вопросы

1. Дайте классификацию сканеров?
2. Как устроены черно-белые сканеры?
3. Как устроены цветные сканеры?
4. Что представляют собой аппаратные интерфейсы сканеров?

6 Устройства графического ввода информации

6.1 Назначение и классификация устройств графического ввода информации

Устройства ввода графической информации характеризуются скоростью и точностью. Скорость определяется временем считывания и преобразования информации, а точность - способами отсчета текущих координат графического элемента и их реализацией.

Процесс ввода графической информации состоит из двух этапов: считывания и кодирования. Считывание графической информации сводится к определению координат графических элементов /точек, прямых, графических элементов/ в заданной системе координат. Кодирование считанной информации заключается в ее преобразовании в двоичный код по заранее установленным правилам с целью последующей обработки.

По степени автоматизации этапы считывания УВВ графической информации (УВВГИ) делятся на автоматические, полуавтоматические и ручные.

Этап кодирования реализуется координатным, рецепторным и поэлементным методами кодирования.

Координатный метод заключается в том, что каждая точка графического примитива привязана к координатной сетке. После считывания он представляется массивом точек с координатами X и Y.

Рецепторный метод заключается в представлении графической информации в дискретном поле рецепторов в двоичном коде. Поле рецепторов - прямоугольная матрица размером $m \times n$ элементов, на которую проектируется графическое изображение. Элементы матрицы, на которое попало изображение, принимают значение кода "1", остальные - "0". Считанное с рецепторной матрицы графическое изображение передается в память ПЭВМ и используется для визуализации без преобразований на экране растрового графического дисплея. Метод поэлементного кодирования предполагает наличие описаний графических примитивов с помощью специальных графических языков.

Эти описания хранятся в памяти в виде библиотек. Информация о чертеже /рисунке/ задается последовательностью наименований графических примитивов с указанием их координат и размеров.

Методы автоматического ввода графической информации. Автоматические УВВГИ строятся на оптических принципах считывания. Процесс считывания заключается в разбиении изображения на элементы, степень зачерненности которых измеряется и кодируется.

Считывание элемента изображения включает в себя установку луча в заданную позицию, преобразование отраженного от элемента светового потока в электрический сигнал, преобразование электрического сигнала в цифровой код, перемещение луча в следующую позицию. В автоматических УВВГИ применяется матричный, следящий и сканирующий методы считывания.

При матричном методе изображение равномерно освещается и отраженный световой поток попадает на матрицу фотоприемников, представляющих собой рецепторное поле. Каждый фотоприемник формирует на выходе электрический сигнал, пропорциональный принятому световому потоку от соответствующего элемента. Выходы матрицы последовательно опрашиваются с помощью двух счетчиков /для X и Y/. Каждому состоянию счетчика X и Y соответствует определенный фотоприемник.

Сигнал с его выхода с помощью АЦП преобразуется в двоичный код. Этот код совместно с номером фотоприемника передается в ОЗУ /или на носитель/ ПЭВМ.

Следящий метод заключается в перемещении светового пятна по контуру линии графического изображения, которое обеспечивается следящей системой. На ее входе находится фотоэлектронный умножитель, воспринимающий отраженный от носителя световой поток, создаваемый световым пятном. Документ, расположенный на планшете, перемещается по координате X, а каретка с источником света и фотоэлектронным умножителем по координате Y.

Сканирующий метод заключается в последовательном осмотре и считывании элементов изображения и имеет несколько вариантов: сканирование изображения световым пятном по строкам /или столбцам/, сканирование линейной апертурой всего или части документа.

Сканирование изображения световым пятном наиболее распространено ввиду простоты его реализации. Световое пятно, формируемое ЭЛТ или лазером с помощью системы зеркал или электронным способом, сканирует построчно поле документа. Отраженный световой поток воспринимается фотоприемником, преобразуется в электрический сигнал, а затем с помощью АЦП - в двоичный код.

Сканирование линейной апертурой, реализованной с помощью линейки фотоприемников, заключается в параллельном считывании элементов n строк. При равенстве линейки и вертикального размера документа его считывание осуществляется за один интервал сканирования по горизонтали. Недостатком данного сканирования является его невысокая разрешающая способность, определяемая шагом между фотоприемниками, и необходимостью механического перемещения линейки.

Методы полуавтоматического ввода графической информации.

Полуавтоматические УВВГИ получили наибольшее распространение в системах автоматизации проектирования в следствии высокой разрешающей способности. Данные устройства реализуются на электромеханическом, акустическом, электрическом принципах.

Измерение координат в УВВГИ электромеханического типа (рис.6.28) осуществляется с помощью преобразователей угловых или линейных перемещений /каретками K_x и K_y /, перемещающимися по координатам X и Y в поле документа. Документ располагается на планшете, в плоскости которого перемещается визир /В/, закрепленный на каретке K_y . Каждая каретка имеет одну степень свободы и перемещается по

направляющей. С помощью визира осуществляется выбор считываемого элемента изображения. Для определения координат положения визира каретка через зубчатую пару связана с АЦП угла поворота вала в цифровой код. Диск этого АЦП поворачивается на угол, пропорциональный линейному перемещению каретки.

Акустический принцип ввода использует генерацию звуковых или ультразвуковых колебаний и изменение времени их распространения. В состав УВВГИ акустического типа входят (рис.6.29) съемник информации, содержащий искровой генератор /ИГ/ и служащий для указания элемента изображения, полосковые микрофоны, расположенные по взаимно перпендикулярным сторонам планшета с документами. Микрофоны служат для приема звуковых колебаний, создаваемых искровым генератором съемника. Измерение координат осуществляется следующим образом. В начале измерения счетчики X и Y находятся в нулевом состоянии. При указании съемником выбранной точки генерируется искровой разряд и звуковая волна распространяется со скоростью V в направлении микрофонов. Время ее перемещения определяется расстоянием до микрофонов. Следовательно, значение координат определяется как $X=V \cdot T_x$ и $Y=V \cdot T_y$.

В акустических УВВГИ ультразвукового типа принцип измерения координат аналогичный, но реализуется иными средствами. По краям планшета, выполненного из материала, передающего ультразвуковые колебания, располагаются пьезопреобразователи, которые генерируют ультразвук. Указатель является пассивным элементом, поочередно воспринимающим колебания от пьезопреобразователей, расположенных по горизонтальной или вертикальной сторонам планшета. Электронная схема обеспечивает измерение времени прохождения сигнала от источника к приемнику и преобразует его в код. Ультразвуковой принцип позволяет добиться большей защищенности от внешних помех.

Электрические принципы построения УВВГИ подразделяются на контактные, емкостные и индуктивные. В их основу положено определение координат элемента изображения по координатной сетке или по величине потенциала электрического поля в точке измерения. В контактных электрических УВВГИ в конструкцию планшета входит система ортогональных координатных шин, разделенных тонким слоем диэлектрика, с отверстием в узлах их пересечения. На планшете помещается носитель с графической информацией. Считывание осуществляется путем нажатия карандашом на выбранный элемент изображения, расположенный в узле матрицы шин. Считывание осуществляется путем нажатия карандашом на выбранный элемент изображения, расположенный в узле матрицы шин. Верхний лист планшета деформируется и происходит замыкание шины Y на шину X. Шины X последовательно возбуждаются от дешифратора Y. Сигнал с шины X преобразуется шифратором в двоичный код. Одновременно осуществляется считывание кода координаты Y со счетчика. Разрешающая способность таких планшетов зависит от шага координатной сетки.

Электрический принцип считывания может быть реализован с помощью планшета, поверхность которого покрыта полупроводниковым слоем. На его поверхности создается распределенное электрическое поле так, что каждой точке планшета соответствует свой потенциал. Съемник считывает этот потенциал, который в дальнейшем преобразуется в коды координат элемента изображения.

Планшеты индуктивных и емкостных УВВГИ также имеют матричную структуру, при этом считывание информации осуществляется только в узлах матрицы.

6.2 Работа устройства графического ввода

Устройство графического ввода предназначено для преобразования положения указателя /курсора/ в цифровой код и передачи его для последующей обработки на базе персональных ЭВМ.

Устройство состоит из следующих блоков:

– устройства планшетного, включающего в себя рабочее поле и блок управления;

– курсора;

– блока питания;

– алфавитно-цифровая индикация

Источником тока является курсор, приемником - шины рабочего поля.

Управление и индикация

Курсор. На курсоре расположены 5 клавиш:

– D - клавиша цифрового кодирования;

– U - переключение непрерывного цифрового кодирования в точечное цифровое кодирование и наоборот;

– A - вывод соответствующих записей данных в набор данных;

– P - индикация позиции курсора;

– L - конец линии.

Карандаш цифрового кодирования. Карандаш цифрового кодирования имеет переключатель. Нажатием на его стержень переключатель срабатывает и запускает процесс цифрового кодирования.

Светодиоды планшета. Красный - включено: работает внутренний микротест устройства, выключено: внутренний микротест закончен. Зеленый - включено: рабочее напряжение -устройство готово к работе.

Акустический сигнал. Короткий высокий звук - выполнено цифровое кодирование точки. Длинный низкий звук - непрерывное цифровое кодирование или цифровое кодирование с помощью клавиши P курсора. Короткий низкий звук - окончание непрерывного цифрового кодирования, возникновение ошибки оператора или устройства. Длинный переменный звук - сообщение об ошибке во время работы внутреннего микротеста.

Рабочее поле. Основными составными частями поля являются: - корпус поля (планшета) - плата сотовой конструкции с фиксированной

ортогональной сетью проводов, точной и грубой решетками в направлениях X и Y.

На планшете определено рабочее поле нанесенными маркировками (площадь цифрового кодирования).

Алфавитно-цифровая индикация. 16-разрядная индикация состоит из четырех последовательно присоединенных индикаторов.

Шаблон поля меню. Шаблон поля меню представлен в виде печатного шаблона и может располагаться на любом месте площади цифрового кодирования.

Поле меню подразделяются на три комплекса:

- поле с алфавитно-цифровыми символами;
- поле для стандартных функций устройства;
- поле со специфическими прикладными функциями.

Маркировка T1 и T2 на шаблоне поля меню служат для позиционирования шаблона на рабочем поле планшета.

Подготовка устройства к работе. Устройство включается с помощью сетевого выключателя. Загораются оба светодиода. Зеленый светодиод светит все время, когда устройство находится во включенном состоянии. Красный светодиод гаснет после 10 секунд, если внутренний микротест устройства обработан успешно. При неправильной обработке программы микротеста раздается непрерывный переменный звук. В этом случае необходимо повторно включить устройство. Во время прохождения микротеста нельзя активизировать регистраторы измеряемых величин (световое перо).

Правильная работа функции устройства "Цифровое кодирование" достигается в диалоге с базовой ЭВМ.

Принцип работы устройства и его составных частей. С генератора с частотой $f=9$ MHz сигнал поступает на счетчик (рисунок 12.1) СТ1. Счетчик СТ1 управляет аналоговыми коммутаторами координаты X MX1 и координаты Y MX2. Также сигнал со счетчика СТ1 поступает на интегратор А5, затем на курсор. Аналоговые коммутаторы переключают шины синхронно с частотой в курсоре. Далее сигнал поступает на устройство выборки-хранения -

УВХ-А2. УВХ А2 строится для запоминания аналогового сигнала со счетчика СТ1.

Далее сигнал поступает на фильтр верхних частот - ФВ4 (А3). Здесь с помощью фильтрующего каскада фильтруется огибающая из аналогового сигнала и подается после этого на двухпороговый компаратор, состоящий из элементов А4 и RS триггера Т. Верхнее плечо компаратора срабатывает по уровню сигнала, превышающее значение $U_{комп}$, нижнее плечо компаратора срабатывает при значении сигнала $U=0$; таким образом RS триггер сбрасывается сигналом верхнего плеча компаратора А4 и устанавливается сигналом нижнего плеча компаратора А4. Передний фронт выходного сигнала триггера Т является сигналом записи текущего состояния счетчика СТ1 в регистр RГ1.

Микропроцессор Р обрабатывает данные координат X и Y, полученные из регистра RГ1 и выдает их в нужном формате на стык С2 в ЭВМ.

Интерфейсом между Р и ЭВМ служит IOS типа КР580ВВ51А. ПЗУ является памятью программ и констант Р, ОЗУ нужно для хранения промежуточных данных, при обработке координат Х и У.

ИОР является параллельным интерфейсом между З и переключателями режимов работы устройства. PIC -программируемый контроллер прерываний необходим для мгновенной обработки прерываний, возникающих при переназначении режимов работы устройства от ЭВМ.

Таймер СТ2 задает:

- скорость передачи по стыку С2 - bit/s;
- скорость выдачи координат - pps/s;
- длительность звучания звонка ЗП.

Соединение устройства цифрового кодирования с ЭВМ осуществляется через системную шину в устройстве с помощью подключения интерфейсного кабеля.

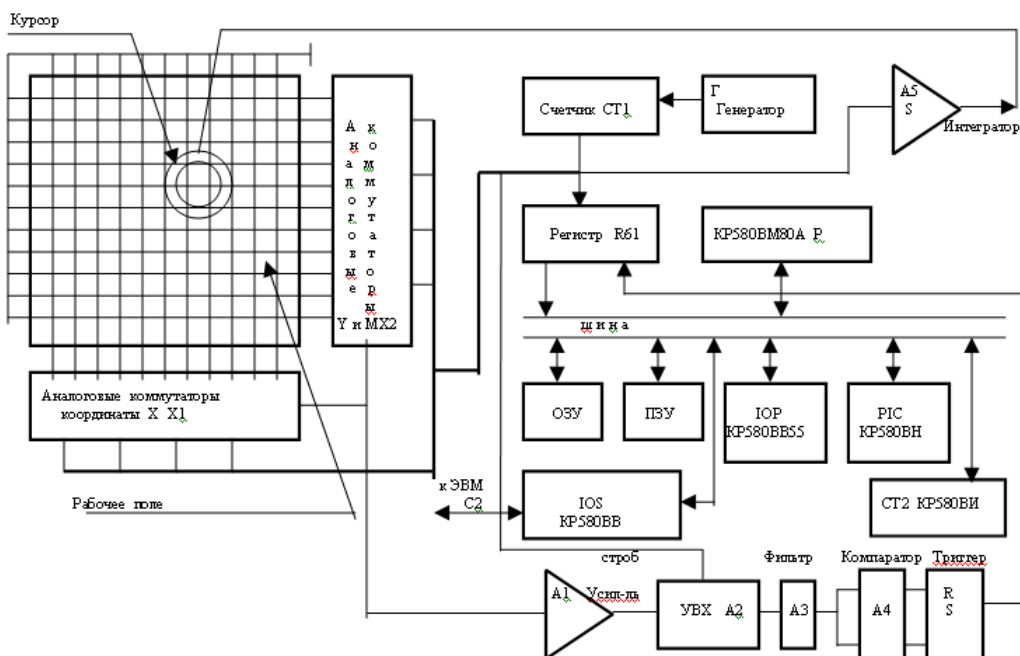


Рисунок 6.1 – Схема устройства графического ввода информации

6.3 Вопросы

1. Как классифицируются УГВИ?
2. Из сколько этапов состоит процесс ввода графической информации?
3. Как делятся УГВИ по степени автоматизации?
4. Какими методами реализуется этап кодирования и в чем они заключаются?
5. На чем основаны методы автоматического и полуавтоматического ввода графической информации?
6. Что представляют собой матричный, следящий и сканирующий методы считывания информации?

7. Что представляет собой метод сканирования сканирование линейной апертурой?

8. Что представляют собой электромеханический, акустический и электрический принципы ввода информации?

9. Что представляют собой планшеты индуктивных и емкостных УВГИ?

10. Из каких основных функциональных блоков состоит схема устройства графического ввода на базе СМ 6424.03?

7 Принтеры

7.1 Классификация

Устройства, выполняющие функции вывода графической информации на бумажный и некоторые другие носители, называются принтерами (от англ. print - печать).

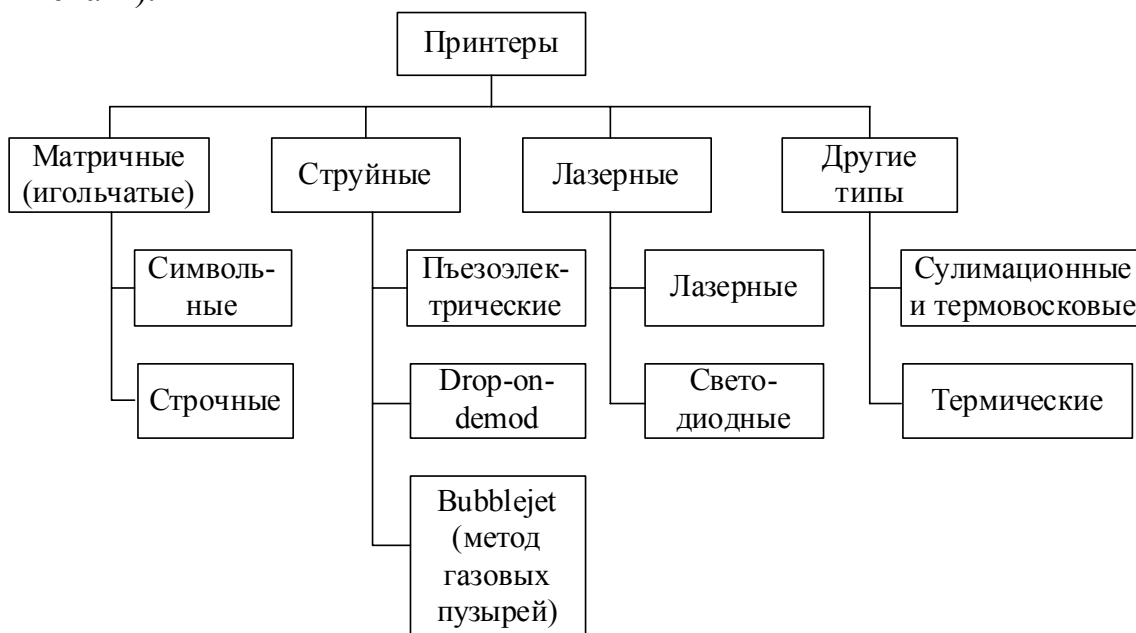


Рисунок 7.1 - Классификация принтеров

7.2 Игольчатые принтеры

Игольчатый (матричный) принтер (Dot Matrix Printer) долгое время принадлежал к стандартному устройству вывода для РС, часто применяются и сегодня. Достоинства этих принтеров определяются, в первую очередь, способностью работы с любой бумагой, а также низкой стоимостью печати и возможностью одновременной печати нескольких копий.

Принцип работы. Метод, с помощью которого игольчатый принтер переносит знаки на бумагу, в принципе, прост. В отличие от типового или "шароголовчатого" принтера, в котором устанавливаются различные типы (буквы, цифры и знаки препинания), игольчатый принтер формирует знаки несколькими иглками, расположенными в головке принтера.

Механика подачи бумаги - бумага втягивается с помощью вала; между бумагой и головкой принтера располагается красящая лента. При ударе иглки по этой ленте на бумаге остается закрашенный след.

Иголки, расположенные внутри головки, обычно приводятся в действие электромагнитами. Головка перемещается по горизонтальным направляющим с помощью шагового двигателя.

В первых игольчатых принтерах в головке принтера находилось 9 иголок, затем появились 18-игольчатые принтеры. В настоящее время

большинство фирм-изготовителей перешли на производство 24-игольчатых принтеров.

Так как напечатанные знаки внешне представляют собой матрицу, а воспроизводит эту матрицу игольчатый принтер, то зачастую его называют матричным принтером.

Хотя наличие девяти иголок в головке принтера обеспечивает высокую скорость печати, высокого качества достичь не удается.

В 24-игольчатых принтерах (сегодняшний стандарт матричных принтеров) используется технология последовательного расположения иголок в два ряда по 12 иголок. Вследствие того, что иголки в соседних рядах сдвинуты по вертикали, точки на распечатке перекрываются таким образом, что их невозможно различить.

Также имеется возможность прохода головки дважды для каждой строки, чтобы знаки пропечатались еще раз с небольшим смещением. Изображение буквы, возникающее таким образом, только при тщательном рассмотрении можно идентифицировать как "произведение" игольчатого принтера. Поэтому такое качество печати обозначают как L·, что является сокращением от Letter ·uality (высокое качество). Несколько худшую по качеству печать соответственно обозначают NL· (Near Letter ·uality).

При работе в режиме L· скорость печати уменьшается незначительно, так как головка печатает при движении в обоих направлениях: как слева направо, так и справа налево.

Строчный принтер. У строчного принтера головка отсутствует, но имеется печатающая планка, которая по всей длине снабжена иголками. Таким образом, при печати изображения матрица, соответствующая строке, полностью переносится на бумагу.

Так как головка принтера не должна двигаться слева направо или справа налево, а строка печатается целиком за один раз, то это конечно же дает существенное преимущество в скорости печати. Такие принтеры выпускаются фирмами Genicom и Dataproducts. Скорость печати достигает 1500 строк в минуту (примерно 20 страниц формата А4 в минуту).

Скорость печати. Единицей измерения скорости печати обычно является число знаков, которое принтер переносит на бумагу за одну секунду, - cps (characters per second).

Игольчатые принтеры по сравнению с безударными (non-impact) принтерами, имеют одно существенное преимущество, поскольку могут печатать одновременно несколько копий документа.

Объем памяти. Игольчатые принтеры оборудованы внутренней памятью (буфером), в которой хранятся, данные, принятые от РС. Объем памяти недорогих игольчатых принтеров составляет от 4 до 64 Кбайт. Хотя, конечно же, существуют модели, имеющие и больший объем памяти (например, принтер Seikosha SP-2415 имеет буфер, равный 175 Кбайт).

Шум. Работа игольчатого принтера всегда сопровождается шумом. Для уменьшения шума находят различные технические решения. У некоторых принтеров можно включить так называемый "тихий режим" (·uiet Mode).

Однако это понижение шума достигается за счет снижения скорости печати в два раза. Лучше покрыть внутреннюю поверхность корпуса принтера звукоизоляционным материалом, например, пенистым герметиком или поролоном.

Разрешение. Так же как и у других устройств вывода, качество печати принтера сильно зависит от разрешения, т. е. от количества точек, которое печатается в одном дюйме (dots per inch, dpi). Для игольчатого принтера разрешение играет роль только тогда, когда он работает в графическом режиме, в котором должно точно рассчитываться положение каждой отдельной точки на бумаге. При печати обычных текстовых знаков следует помнить, что для матричных принтеров существенную роль играют и другие факторы, такие как точность позиционирования головки принтера, частота ударов иголок или качество красящей ленты.

Цветной игольчатый принтер. Только сравнительно небольшое число игольчатых принтеров обладает возможностью цветной печати. Это можно объяснить тем, что к моменту появления на рынке первых моделей 24-игольчатых принтеров, способных печатать цветные изображения, цена на цветные струйные принтеры уже существенно снизилась. А качество печати 24-игольчатого принтера с помощью многоцветной красящей ленты не идет в сравнение с качеством печати на струйном принтере.

7.3 Струйные принтеры

Качество печати струйного принтера немногим уступает качеству печати лазерных принтеров. Эти принтеры идеально подходят для домашнего применения, потому что работают они тихо и просты в обслуживании.

Принцип работы струйных принтеров. В струйных принтерах для формирования изображения используются специальные сопла, через которые на бумагу подаются чернила. Тонкие, как волос, сопла находятся на головке принтера, где установлен резервуар с жидкими чернилами, которые, как микрочастицы, переносятся через сопла на материал носителя. Число сопел зависит от модели принтера и его изготовителя. Обычно их бывает от 16 до 64.

Некоторые последние модели имеют гораздо большее число сопел, например, головка принтера DeskJet 1600 имеет 300 сопел для черных чернил и 416 - для цветных.

Поскольку образ символа воспроизводится с использованием всех задействованных сопел одновременно, в качестве параметра, определяющего скорость печати, в струйных принтерах также принято считать количество символов в секунду (cps).

Хранение чернил осуществляется двумя методами:

- головка принтера является составной частью патрона с чернилами, замена патрона с чернилами одновременно связана с заменой головки;
- используется отдельный сменный резервуар, который через систему капилляров обеспечивает чернилами головку принтера.

Фирмы-изготовители реализуют различные способы нанесения чернил на бумагу:

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

Пьезоэлектрический метод. Для реализации этого метода в каждое сопло установлен плоский пьезокристалл, связанный с диафрагмой. Под воздействием электрического поля происходит деформация пьезоэлемента. При печати находящийся в трубке пьезоэлемент, сжимая и разжимая трубку, наполняет капиллярную систему чернилами. Чернила, которые отжимаются назад, перетекают обратно в резервуар, а чернила, которые "выдавлились" наружу, оставляют на бумаге точку. Подобные устройства выпускают компании Epson, Brother и др.

Метод газовых пузырей. Второй способ базируется на термическом методе и больше известен под названием Bubblejet (инжектируемые пузырьки). При использовании этого метода каждое сопло оборудовано нагревательным элементом, который при пропускании через него тока за несколько микросекунд нагревается до температуры около 500°C. Возникающие при резком нагревании газовые пузыри (bubbles) стараются вытолкнуть через выходное отверстие сопла необходимую порцию (каплю) жидких чернил, которые переносятся на бумагу. При отключении тока нагревательный элемент остывает, паровой пузырь уменьшается и через входное отверстие поступает новая порция чернил. Подобную технологию использует фирма Canon.

Благодаря тому, что в механизмах печати, реализованных с использованием метода газовых пузырей, меньше конструктивных элементов, такие принтеры надежней в работе и срок их эксплуатации более продолжителен. Кроме того, использование этой технологии позволяет добиться наиболее высокой разрешающей способности принтеров. Обладая высоким качеством при прорисовке линий, данный метод имеет недостаток при печати областей сплошного заполнения: они получаются несколько расплывчатыми. Применение метода газовых пузырей целесообразно при печати графиков, гистограмм и т. п., тогда как печать полутоновых графических изображений получается более качественной при использовании метода drop-on-demand.

Метод drop-on-demand. Третий метод, разработанный фирмой Hewlett-Packard, называется методом drop-on-demand. Так же как в методе газовых пузырей, здесь для подачи чернил из резервуара на бумагу используется нагревательный элемент (рис. 1.4).

Технология drop-on-demand обеспечивает наиболее быстрый впрыск чернил, что позволяет существенно повысить качество и скорость печати. Цветовое представление изображения в этом случае более контрастно.

Цветные струйные принтеры. Обычно цветное изображение формируется при печати наложением друг на друга изображений трех основных типографских цветов: голубого (cyan), пурпурного (magenta) и желтого (yellow). Хотя, теоретически, наложение этих трех цветов 100%-

насыщенности должно в итоге давать черный цвет, на практике в большинстве случаев получается серый или коричневый. Потому в качестве четвертого основного цвета добавляют еще и черный (black). Такую цветовую модель называют, как уже отмечалось, называют СМΥК.

По этой причине в новых моделях струйных принтеров применяется не три, а четыре цветных патрона для создания цвета (дополнительный патрон с чернилами черного цвета). Благодаря этому появилась возможность широкого использования таких принтеров для обычной печати текстов и черно-белых графических изображений с одновременной экономией цветных чернил.

Особенности работы струйного принтера.

Уровень шума составляет около 40 дБ, что на 15 дБ меньше, чем у игольчатых принтеров.

Скорость печати. Скорость печати струйного принтера, как и игольчатого, зависит от качества печати. При черновой печати (Draft Mode) по скорости струйный принтер значительно превосходит игольчатый. При печати с повышенным качеством (L·) скорость печати значительно уменьшается. При этом скорость печати струйного принтера в среднем составляет от 150 до 200 cps, что соответствует 3-4 страницам в минуту. Печать в цвете длится несколько дольше. Последние современные модели являются быстродействующими и предназначены для работы в сети. Например, принтеры HP DeskJet 1600C и HP DeskJet 1600CM могут печатать в минуту до 8-9 страниц.

Шрифт и качество печати. Решающее преимущество струйного принтера, по сравнению с матричным заключается в изображении шрифта. Для моделей с большим числом сопел характерно достижение качества лазерного принтера. Большое значение имеют качество и толщина бумаги. Для получения высококачественного изображения рекомендуется использование специальной бумаги, обладающей быстрой впитываемостью чернил (extra-adsorbent paper).

Струйный принтер печатает на бумаге плотностью от 60 до 135 г/м². Хорошо зарекомендовала себя бумага для ксероксов, плотность которой равна 80 г/м².

Для снижения потери качества печати, связанного с растеканием чернил, существуют различные технические решения. Например, в моделях PaintJet XL 300 и DeskJet 1200C, выпускаемых фирмой Hewlett-Packard, для высыхания чернил используется подогрев бумаги.

Разрешение струйных принтеров при печати графики составляет от 300x300 до 600x600 dpi. Некоторые модели, например, Canon BJC-70, при печати черным со сглаживанием имеют разрешение 720x360 dpi.

Обработка бумаги. Струйный принтер не может использовать бумагу в рулоне. Работа с такой бумагой все еще является "вотчиной" игольчатых принтеров. Несколько копий на струйном принтере можно получить только с помощью многократной печати.

Головка принтера. Основным недостатком струйного принтера является относительно большая опасность засыхания чернил внутри сопла. В этом случае, к сожалению, поможет только одно - заменить печатающую головку.

Некоторые типы принтеров нельзя выключать во время печати, так как в этом случае печатающая головка останется стоять в промежуточной позиции, что приведет к более быстрому высыханию чернил в соплах. Большинство принтеров имеют так называемый режим парковки, в котором печатающая головка возвращается в исходное положение внутри принтера, что предотвращает высыхание чернил. Некоторые струйные принтеры оборудованы функцией очистки сопел. Для того чтобы включить эту функцию, необходимо на панели принтера нажать соответствующую клавишу.

7.4 Термические принтеры

Технология термических принтеров основана на использовании механизма печати факсимильных аппаратов. Фактически большинство термических принтеров работают как факсимильные аппараты. Печатающая головка термического принтера конструктивно похожа на аналогичный узел матричного принтера. Для таких принтеров необходима бумага со специальным термочувствительным покрытием. Управляемые электрическим током иголки нагревают бумагу, оставляя при этом отметки.

Технология прямого переноса нашла широкое распространение в проектно-конструкторских и научно-исследовательских подразделениях множества организаций. Эта технология обеспечивает очень четкую прорисовку линий и тоновых изображений и заслужила высокую оценку при оформлении проектно-конструкторской документации зданий, стадионов, дорог и т. п. Технология нашла широкое применение в широкоформатных графопостроителях, позволяющих печатать изображения шириной 36 дюймов. Особым доверием проектных и исследовательских организаций пользуются графопостроители серии CalComp DramngMaster Plus. Однако лишь в нескольких моделях принтеров используется подобная технология. Более того, производители термических принтеров все больше склоняются к использованию технологии струйной печати, оправдывая свое решение значительным снижением себестоимости печати, а также более заманчивыми производственными перспективами.

7.5 Сублимационные и термовосковые принтеры

Для получения цветного изображения с качеством, близким к фотографическому, или для изготовления допечатных цветных проб используют сублимационные и термовосковые принтеры, или, как их еще называют, цветные принтеры высокого класса. Имеются принтеры, которые совмещают в себе технологию сублимационной и термовосковой печати. Такие принтеры позволяют печатать на одном устройстве как черновые, так и чистовые оттиски.

Общим для сублимационной и термовосковой технологий является нагрев красителя и перенос его на бумагу (пленку) в жидкой или газообразной фазе. Многоцветный краситель, как правило, нанесен на тонкую лавсановую

пленку толщиной 5 мкм. Пленка перемещается с помощью лентопротяжного механизма, который конструктивно похож на аналогичный узел игольчатого принтера. Матрица нагревательных элементов за 3 - 4 прохода формирует цветное изображение.

Отличие термовосковой печати от сублимационной заключается в том, что в первом случае пленка покрыта воскоподобной мастикой, а во втором - специальным красителем.

Термовосковые принтеры переносят краситель, растворенный в воске, на бумагу, нагревая ленту с цветным воском. Как правило, для подобных принтеров необходима бумага со специальным покрытием. Термовосковые принтеры обычно используются для красочной печати деловой графики.

При сублимационной печати осуществляется перевод красителя в газообразное состояние путем нагрева ленты. Этот газ затем поглощается полистирольным покрытием специальной бумаги. Диффузионный перенос красителя обеспечивает получение высококачественного цветного изображения без видимых тональных переходов.

Впервые сублимационная технология была успешно реализована фирмой Tektronix в принтерах серии Phaser. Будучи одной из самых прогрессивных технологий в мире цветной печати, цветная сублимационная технология является идеальным средством обеспечения фотографического качества изображения.

7.6 Лазерные технологии печати

Доминирующими для лазерных принтеров являются электрофотографическая и светодиодная (LED, Light Emitting Diode) технологии. Электрофотографическая технология подобна используемой в копировальных аппаратах. В светодиодной технологии в качестве оптического устройства, формирующего изображение, используются светодиоды (исторически светодиодные принтеры относятся к классу лазерных). Светодиодная технология, как правило, находит применение в широкоформатных принтерах (до 36 дюймов). Электрофотографическая технология обычно используется в настольных и офисных лазерных принтерах.

Формирование изображения.

Лазерные принтеры формируют изображение путем позиционирования точек на бумаге (растровый метод). Первоначально страница формируется в памяти принтера и лишь затем передается в механизм печати. Растровое представление символов и графических образов производится под управлением контроллера принтера. Каждый образ формируется путем соответствующего расположения точек в ячейках сетки или матрицы, как на шахматной доске.

Растровая технология в значительной степени отличается от векторной, используемой в перьевых графопостроителях. При использовании векторной технологии изображение формируется путем построения линий из одной точки в другую.

Принцип действия. Лазерные принтеры, получившие наибольшее распространение, используют технологию фотокопирования, называемую еще электрофотографической, которая заключается в точном позиционировании точки на странице посредством изменения электрического заряда на специальной пленке из фотопроводящего полупроводника. Подобная технология печати применяется в ксероксах. Принтеры фирм HP и MS, например, используют механизм печати ксероксов фирмы Canon.

Важнейшим конструктивным элементом лазерного принтера является вращающийся фотобарабан, с помощью которого производится перенос изображения на бумагу. Фотобарабан представляет собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой из фотопроводящего полупроводника (обычно оксид цинка). По поверхности барабана равномерно распределяется статический заряд. С помощью тонкой проволоки или сетки, называемой коронирующим проводом. На этот провод подается высокое напряжение, вызывающее возникновение вокруг него светящейся ионизированной области, называемой короной.

Лазер, управляемый микроконтроллером, генерирует тонкий световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала. Этот луч, попадая на фотобарабан, засвечивает на нем элементарные площадки (точки), и в результате фотоэлектрического эффекта в этих точках изменяется электрический заряд. Для некоторых типов принтеров потенциал поверхности барабана уменьшается от -900 до -200 В. Таким образом, на фотобарабане возникает копия изображения в виде потенциального рельефа.

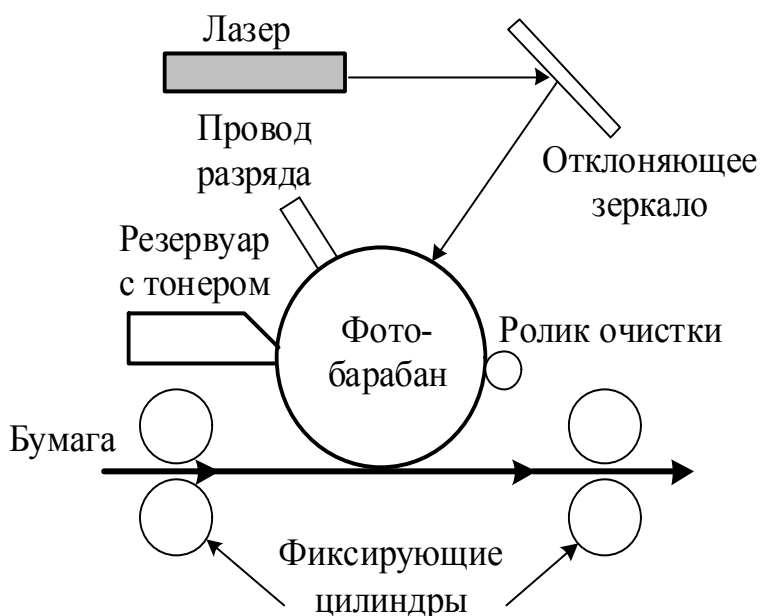


Рис. 7.2 - Функциональная схема лазерного принтера

На следующем рабочем шаге с помощью другого барабана, называемого девелопером (developer), на фотобарабан наносится тонер - мельчайшая красящая пыль. Под действием статического заряда мелкие частицы тонера легко притягиваются к поверхности барабана в точках, подвергшихся

экспозиции, и формируют на нем изображение. Лист бумаги из подающего лотка с помощью системы валиков перемещается к барабану. Затем листу сообщается статический заряд, противоположный по знаку заряду засвеченных точек на барабане. При соприкосновении бумаги с барабаном частички тонера с барабана переносятся (притягиваются) на бумагу.

Для фиксации тонера на бумаге листу вновь сообщается заряд и он пропускается между двумя роликами, нагревающими его до температуры около 180° - 200°С. После процесса печати барабан полностью разряжается, очищается от прилипших частиц тонера и готов для нового цикла печати. Описанная последовательность действий происходит очень быстро и обеспечивает высокое качество печати.

Цветная печать. При печати на цветном лазерном принтере используются две технологии.

В соответствии с первой, широко используемой до недавнего времени, на фотобарабане последовательно для каждого отдельного цвета (Cyan, Magenta, Yellow, Black) формировалось соответствующее изображение, и лист печатался за четыре прохода, что, естественно, сказывалось на скорости и качестве печати.

В современных моделях в результате 4х последовательных прогонов на фотобарабан наносится тонер каждого из 4х цветов. Затем при соприкосновении бумаги с барабаном на нее наносятся все 4 краски одновременно, образуя нужные цветовые сочетания на отпечатке. В результате достигается более ровная передача цветовых оттенков почти такая же как при печати на цветных принтерах с термопрессом красителя /2/,3,8/.

Светодиодные принтеры. В светодиодном принтере для засвечивания барабана вместо лазерного луча, управляемого с помощью системы зеркал, используется неподвижная светодиодная строка (линейка), состоящая из 2500 светодиодов, которой формируется не каждая точка изображения, а целая строка. На этом принципе, например, работают лазерные принтеры фирмы OKI.

7.7 Состав и работа матричного принтера

Блок питания в принтерах представляют собой либо импульсные БП, либо БП с сетевым трансформатором. Блок питания принтера вырабатывает напряжение +5В для запитки всех цифровых схем, +12В для запитки интерфейсных схем при последовательном интерфейсе, +24В или +36В для запитки всех выходных усилителей мощности.

Все узлы и блоки принтера работают под управлением микро-ЭВМ, работающей под управлением программы, "защитой" в ППЗУ принтера. Кроме управляющей программы в ППЗУ содержится тестовая программа и знакогенератор. Объем ППЗУ принтера может достигать от 10 до 96Кбайт. ОЗУ принтера используется как буфер данных, для загружаемых знакогенераторов, хранения установки режимов принтера, для хранения промежуточных результатов и занимает объем от 2 Кбайт.

При включении питания микро-ЭВМ проверяет работоспособность своих основных узлов, перемещает каретку в лево и определяет левый край прогона каретки, считывает режимы, установленные DIP-переключателями, и положения клавиш, определяет наличие бумаги, состояние сигналов на интерфейсном разъеме. При поступлении данных от компьютера микро-ЭВМ заносит их в буфер данных / от 0,5 Кбайт/, после заполнения которого выставляет сигнал OFF LINE и распечатывает данные в соответствии с установленными режимами печати, после чего переходит в режим ON LINE, и процесс повторяется.

Связь между принтером и ПЭВМ осуществляется через порты ввода/вывода. Иногда в принтерах используется несколько однокристальных микроЭВМ, одна из которых является главной, а другие - подчиненными, на которые возложена часть функций по управлению исполнительными механизмами.

Часто в принтерах используется 40-выводная, однокристальная микро-ЭВМ P8051 или P8048 /Япония/ /аналог KM1816BE51 или KM1816BE48/ построенная по n-МОП технологии и запитанная напряжением +5В. Искра-ЭВМ имеет четыре программируемых порта ввода/вывода со стандартом TTL и трехстабильными состояниями, ППЗУ на 4Кбайт, ОЗУ /RAM/, организацией 128X8, АЛУ, блок прерываний, два счетчика-таймера.

Каждый порт содержит управляемый регистр-защелку, входной буфер и выходной драйвер. ППЗУ предназначена для хранения команд, констант, управляющих слов инициализации. ОЗУ используется для хранения переменных в процессе выполнения программы. ППЗУ и ОЗУ могут быть расширены до 64Кбайт путем подключения внешней памяти.

В качестве внешних портов ввода/вывода часто используется ОЗУ с портами ввода/вывода и таймером типа D8155 /Япония//аналог KP1821PY55/. D8155 состоит из статического ОЗУ емкостью 2048 бит /256 X 8/, двух 8-битовых портов, один 6-битовый порт и 14-битовый программируемый таймер. Во многих принтерах часть управляющих функций /обслуживание интерфейса, управление печатающей головкой/ возложена на вентиляционную матрицу /GATE ARRAY/. При этом электронная часть принтера упрощается.

В западных принтерах при построении электронной части часто используется микропроцессорный комплект ZILOG Z80, в который входит: центральный процессор /U880 D-CPU/; параллельный ввод/вывод /U855 D-PIO/; последовательный ввод/вывод /U856 D-SIO/; счетчик /U857D-CTC/.

Функции CPU -извлечение команд системной памяти и выполнение соответствующих операций /арифметико-логических, пересылки данных/. Набор команд CPU составляет 158 базовых команд длиной в 16, 8, 4 и 1 разряд. К CPU могут подключаться как статические, так и динамические ЗУ.

PIO (параллельный ввод/вывод) работает в 4 режимах: вывод байта /режим 0/, ввод байта /режим 1/, ввод/вывод байта /режим 2/, ввод/вывод бита /режим 3/. SIO (последовательный ввод/вывод) может работать в синхронном и асинхронном режимах и имеет 2 канала /А и В/, в каждом - передатчик и

приемник. СТС - программируемая схема счетчика-таймера с 4 независимыми друг от друга каналами. Каждый канал может использоваться или как счетчик или как таймер. Канал 0 имеет высший приоритет, а канал 3 - наименьший. Вывод канала 3 не выведен и доступен только программно.

В качестве исполнительных устройств в матричном принтере используется:

- шаговый двигатель каретки;
- шаговый двигатель подачи бумаги;
- соленоиды печатающей головки /ПГ/;
- датчики левого края каретки, концевого контакта бумаги, рычага автозаправки бумаги;
- зуммер конца бумаги;
- клавиши, DIP-переключатели, индикаторы.

Для управления шаговыми двигателями и соленоидами используются транзисторные усилители мощности. Структурная схема матричного принтера представлена на рисунке 1.6.

Инициализация принтера. С приходом сигнала сброса принтер выполняет программу инициализации следующим образом:

- очищаются все выходные порты в CPU и вызывается программа начального адреса;
- очищаются порты при помощи аппаратного сброса в вентильной матрице /GATE ARRAY/, управляющие линии ПГ (печатающая головка) переходят в высокоомное состояние;
- установка портов ввода/вывода и инициализация ШД (шаговый двигатель);
- ШД переводится в режим удержания;
- очищается память;
- на ШД подаются сдвинутые по фазе сигналы и ШД перемещается в крайнюю левую позицию;
- инициализируется вентильная матрица;
- считывается состояние DIP переключателей, на интерфейсной плате (если такая плата есть);
- определяется наличие бумаги и результат анализа посылается в вентильную матрицу;
- переводит интерфейс в состояние ожидания (готовность к приему данных).

Управления шаговым двигателем. В принтерах часто используются четырехфазные ШД. При запитывании одной обмотки двигатель стоит и находится в состоянии удержания. При запитывании двух соседних обмоток ШД делает шаг. Таким образом, запитывая обмотки (+36В или +24В к одной обмотки и 0В к другой) в порядке W1+W2, W2+W3, W3+W4, W4+W1 и т.д. заставляем ШД вращаться в одном направлении, а запитывая их в обратном порядке - в другом направлении. Такой режим называется режимом полного шага. При запитывании обмоток в порядке CW1+W2, W2, W2+W3, W3... режим

работы двигателя называется режимом полушага. Управляющие соленоиды ПГ запитываются так же, как и обмотки ШД. При запитывании соленоида ПГ выдвигается его сердечник и приводит в действие иглу. Количество усилителей мощности ПГ равно количеству игл. Ток в соленоидах может достигать 5-7А. При интенсивной работе ПГ соленоиды ПГ греются и от перегрева могут выйти из строя. Термистр является элементом, который преобразует температуру в напряжение. Напряжение на выходе термистора поступает на аналоговый вход микро-ЭВМ. Микро-ЭВМ сравнивает это входное напряжение с опорным. Результат сравнения, зависящий от температуры соленоидов, приводит к одному из трех режимов работы принтера: двухсторонняя, односторонняя, остановка печати. В качестве датчиков принтера (левого края бумаги, концевой контакта бумаги, механизма автозаправки бумаги) обычно используют микровыключатели, либо оптопары, либо герконы. Микровыключатели реагируют на механическое замыкание и размыкание контактов. Оптопары отслеживают пересечение их светового потока непрозрачным предметом. Герконы замыкают внутренние контакты при приближении к ним магнита.

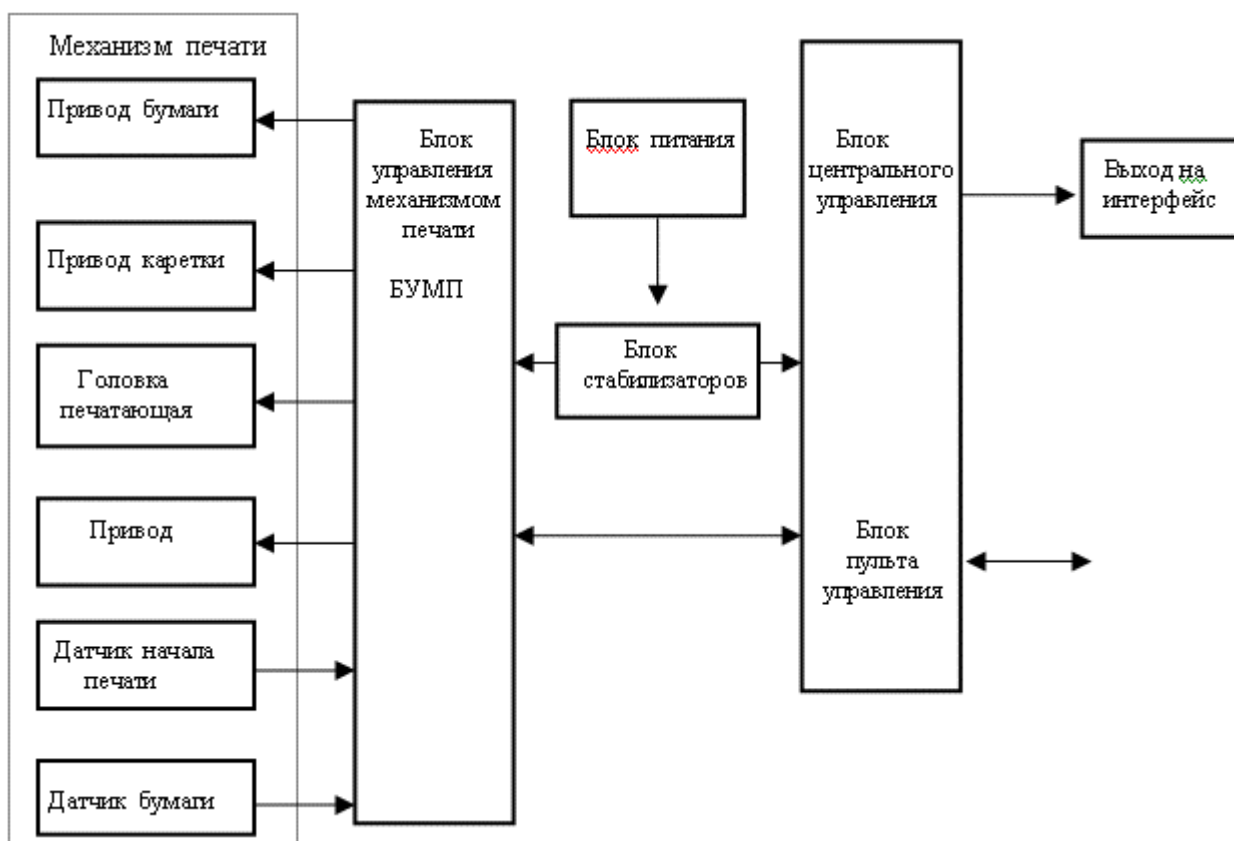


Рисунок 7.3 - Структурная схема матричного принтера

Принцип работы матричного принтера. После прохождения инициализации CPU переходит в состояние ожидания данных. Когда данные поступают на интерфейс, CPU начинает считывать данные находящиеся в GATE ARRAY (вентильная матрица) и записывает данные во входной буфер.

CPU анализирует каждый байт данных и определяет, что он из себя представляет - управляющий код или данные до тех пор, пока буфер данных не станет полным или не придет команда печати. Если CPU определил команду печати или буфер заполнился, то CPU пересылает коды символов из буфера в знакогенераторе пересылает матричный образ данных в область скопированных данных в знакогенераторе. Далее данные передаются в буфер матричных образов. CPU записывает вертикальные столбцы точек из буфера образов в порт GATE ARRAY. Через некоторое время CPU проверяет содержимое строки буфера и посылает сигнал в буфер образов (GATE ARRAY). Подается напряжение на ШД каретки, подачи бумаги и подаются сигналы на печатающую головку.

7.8 Вопросы

1. Как классифицируются принтеры?
2. Что представляют собой матричные (игольчатые) принтеры, как классифицируются, что представляет собой печатающая головка матричного принтера, как формируется изображение на носителе и какими параметрами обладают?
3. Что представляют собой струйные принтеры, как классифицируются, что представляет собой печатающая головка струйного принтера, как формируется изображение на носителе и какими параметрами обладают?
4. Что представляют собой пьезоэлектрический метод, метод газовых пузырей, метод drop-on-demand нанесения чернил на бумагу в струйных принтерах?
5. Что представляют собой термические принтеры, как классифицируются, что представляет собой печатающая головка термического принтера, как формируется изображение на носителе и какими параметрами обладают?
6. Что представляют собой сублимационные и термовосковые принтеры, как классифицируются, что представляет собой печатающая головка сублимационного и термовоскового принтера, как формируется изображение на носителе и какими параметрами обладают?
7. Что представляют собой светодиодные и лазерные принтеры, как классифицируются, как формируется изображение на носителе и какими параметрами обладают?
8. Что представляет собой схема и работа матричного принтера?
9. Что представляет собой инициализация матричного принтера?
10. Что используется в качестве исполнительных устройств в матричном и струйном принтере?
11. Каким образом происходит управления шаговым двигателем?
12. Что используется в качестве датчиков в принтере и назначение их?

8 Плоттеры

8.1 Назначение

Устройства, выполняющие функции вывода графической информации на бумажный и некоторые другие носители, называются графопостроителями или плоттерами (plotter).

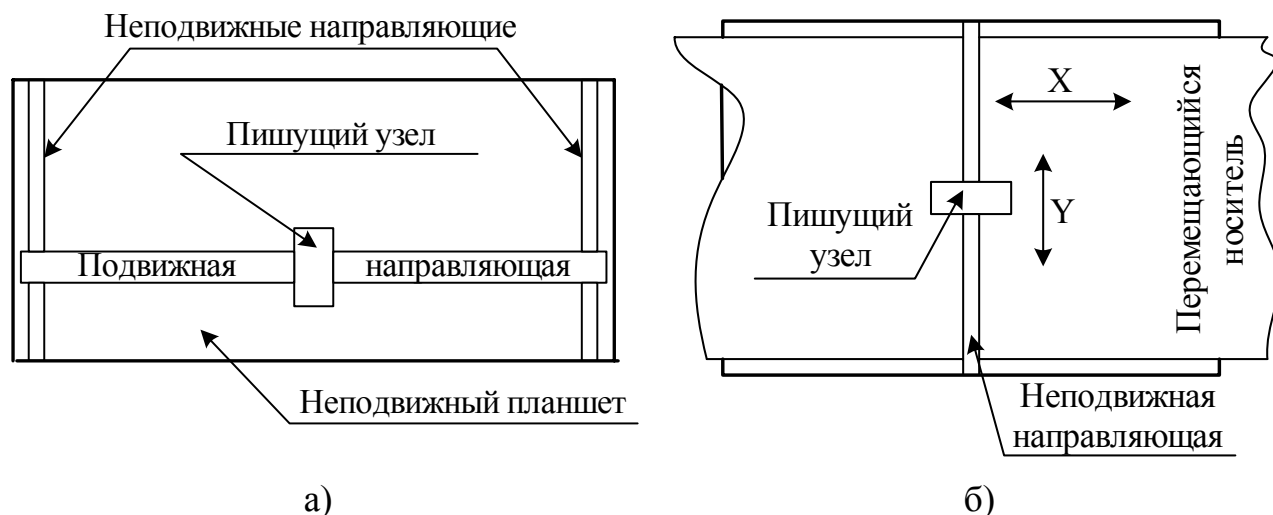
Классификация средств регистрации. По принципу взаимодействия записывающего органа и носителя графического регистрирующего устройства (ГРУ) подразделяются на двух - координатные (планшетные) и однокоординатные (барабанные). В двух - координатных записывающий орган перемещается по координатам X и Y по полю неподвижного носителя, закрепленного на планшете. В одно - координатных носитель перемещается по одной координате, записывающий орган - по другой.

По способу регистрации ГРУ делят механические и немеханические. В ГРУ механического типа изображение формируется путем механического нанесения красителя на бумагу. При этом в качестве записывающего инструмента применяются перья, фломастеры. В ГРУ немеханического типа для регистрации используют электрографический, электрохимический, магнитографический, электротермический способы.

Формирование контуров изображения в ГРУ реализуется следящим и развертывающим методами. При следящем методе регистрирующий орган совершает перемещение по поверхности носителя движения, соответствующий контуру изображения. При этом контур изображения является непрерывным. Используется в двух и одно координатных ГРУ. Развертывающий метод предполагает разбиение носителя на отдельные элементы. Регистрирующий орган осуществляет сканирование документа по строкам и формирует на носителе изображение в той точке, которая совпала с принятыми координатами точки.

ГРУ характеризуются следующими параметрами:

- точностью, которая определяется отклонением координат графика от их расчетных значений; зависит от минимального шага перемещения регистрирующего органа;
- быстродействием, определяемым скоростью вычерчивания линии;
- размерами рабочего поля носителя;
- количеством применяемых пишущих инструментов, обеспечивающих различные цвета линий и их толщину;
- количеством интерфейсов, с которыми может работать ГРУ.



- а – схема основных узлов планшетного графопостроителя;
б – схема основных узлов рулонного графопостроителя.

Рисунок 8.1 – Устройства графопостроителей

8.2 Перьевые плоттеры

Перьевые плоттеры (ПП) - это электромеханические устройства векторного типа. На ПП выводят графические изображения векторные программные системы типа AutoCAD. ПП создают изображение при помощи пишущих элементов, обобщенно называемых перьями, хотя имеется несколько видов таких элементов, отличающихся друг от друга используемым видом жидкого красителя. Пишущие элементы бывают одноразовые и многоразовые. Перо крепится в держателе пишущего узла, который имеет одну или две степени свободы перемещения.

Существует два типа ПП: планшетные, в которых бумага неподвижна, а перо перемещается по всей плоскости изображения, и барабанные (или рулонные), в которых перо перемещается вдоль одной оси координат, а бумага - вдоль другой за счет захвата транспортным валом. Перемещения выполняются при помощи шаговых или линейных электродвигателей. Точность вывода информации барабанными плоттерами несколько ниже, чем

планшетными, но эти плоттеры более компактны и могут отрезать от рулона лист необходимого размера автоматически.

Особенностью ПП являются высокое качество получаемого изображения и хорошая цветопередача при использовании цветных пишущих элементов. Скорость вывода информации в ПП невысокая.

Карандашно-перьевые плоттеры (КПП) - разновидность перьевых - отличаются возможностью установки специализированного пишущего узла с цанговым механизмом для использования обычных карандашных грифелей, который обеспечивает постоянное усилие нажима грифеля на бумагу и его автоподачу при стачивании. Дополнительные преимущества карандашной технологии:

- "краситель" карандашных грифелей не высыхает;
- карандаш пишет на любой скорости (при использовании жидких красителей необходимо учитывать время их вытекания из пера и время высыхания);
- карандаш позволяет рисовать на любых бумажных носителях
- изображения качественные, дают хорошие отиски при копировании;
- изображения корректировать ластиком.
- грифели доступны (экономия на расходных материалах).

8.3 Струйные плоттеры

Фирмой Canon была разработана технология создания реактивного пузырька (Bubblejet) - направленного распыления чернил на бумагу при помощи сотен мельчайших форсунок одноразовой печатающей головки. Каждой форсунке соответствует свой микроскопический нагревательный элемент (терморезистор), который мгновенно (за 7-10 мкс) нагревается под воздействием электрического импульса. Чернила закипают, и пары создают пузырек, который выталкивает из форсунки каплю чернил. Когда импульс кончается, терморезистор столь же быстро остывает, а пузырек исчезает.

Струйные плоттеры работают с издательскими системами и пользователями систем автоматизированного проектирования, выпускающих сложные чертежи формата А1-А0.

Печатающие головки могут быть "цветными" и иметь соответствующее число групп форсунок. Для создания полноценного изображения используется стандартная для полиграфии цветовая схема CMYK, использующая четыре цвета: Cyan - голубой, Magenta - пурпурный, Yellow - желтый и Black - черный. Сложные цвета образуются смешением основных, причем получение оттенков различных цветов достигается путем сгущения или разрежения точек соответствующего цвета в фрагменте изображения (аналогичный способ используется при получении различных оттенков "серого" при выводе монохромных изображений).

Достоинства струйной технологии:

- простоту реализации;

- высокое разрешение;
- низкую потребляемую мощность;
- относительно высокую скорость печати.

Недостатки струйных плоттеров:

- невысокая скорость вывода графической информации;
- выцветание со временем полученного цветного изображения.

8.4 Электростатические плоттеры

Электростатические плоттеры (ЭП) используют электростатическую технологию на основе создания скрытого электрического изображения (потенциального рельефа) на поверхности носителя - специальной электростатической бумаги, рабочая поверхность которой покрыта тонким слоем диэлектрика, а основа пропитана гидрофильными солями для обеспечения требуемых влажности и электропроводности. Потенциальный рельеф формируется при осаждении на поверхность диэлектрика свободных зарядов, образующихся при возбуждении электродов записывающей головки высоковольтными импульсами напряжения. Когда бумага проходит через проявляющий узел с жидким намагниченным тонером, частицы тонера оседают на заряженных участках бумаги. Полная цветовая гамма получается за четыре цикла создания скрытого изображения и прохода носителя через четыре проявляющих узла с соответствующими тонерами.

Недостатки электростатических плоттеров:

- необходимость поддержания стабильных температуры и влажности в помещении;
- необходимость тщательного обслуживания;
- высокая стоимость.

Для достижения максимальной эффективности ЭП обычно работают как сетевые устройства, для чего снабжены адаптерами сетевого интерфейса. Немаловажны также высокая устойчивость изображения к воздействию ультрафиолетовых лучей и невысокая (на уровне стоимости высококачественной типографской) стоимость электростатической бумаги. ЭП применяют при высокой степени автоматизации проектных работ в солидных организациях и в геоинформационных системах (ГИС).

8.5 Плоттеры прямого вывода изображения

Изображение в плоттере прямого вывода изображения (ППВИ) создается на специальной термобумаге (бумаге, пропитанной теплочувствительным веществом) длиной (на всю ширину плоттера) "гребенкой" миниатюрных нагревателей. Термобумага, которая обычно подается с рулона, движется вдоль "гребенки" и меняет цвет в местах нагрева. Изображение получается высококачественным (разрешение до 800 dpi (точка/дюйм)), но только монохромным.

Учитывая их высокую надежность, производительность (может достигать 50 листов формата А0 в день) и низкие эксплуатационные затраты, плоттеры ПВИ применяют в крупных проектных организациях для вывода проверочных копий. В их стандартную конфигурацию входит сетевой адаптер. Технические характеристики ППВИ соответствуют требованиям прикладных задач инженерного проектирования, архитектуры, строительства, городского планирования и электросхемотехники.

8.6 Плоттеры на основе термопередачи

Отличие плоттеров на основе термопередачи (ТПТ) от ППВИ состоит в том, что в них между термонагревателями и бумагой (или прозрачной пленкой) размещается "донорный цветоноситель" - тонкая, толщиной 5-10 мкм, лента (например, лавсановая), обращенная к бумаге красящим слоем, выполненным на восковой основе с низкой (менее 100° С) температурой плавления.

На донорной ленте последовательно нанесены области каждого из основных цветов размером, соответствующим листу используемого формата. В процессе вывода информации бумажный лист с наложенной на него донорной лентой проходит под печатающей головкой, которая состоит из тысяч мельчайших нагревательных элементов. Воск в местах нагрева расплавляется, и пигмент остается на листе. За один проход наносится один цвет. Все изображение получается за четыре прохода. Таким образом, на каждый лист цветного изображения затрачивается в четыре раза больше красящей ленты, чем на лист монохромного.

Ввиду дороговизны каждого отпечатка эти плоттеры используются в составе средств автоматизированного проектирования для высококачественного вывода объектов трехмерного моделирования, в системах картографии, где требуется высокое качество воспроизведения цветов, и рекламными агентствами для вывода цветопроб плакатов и транспарантов для красочных презентаций.

8.7 Лазерные плоттеры

Лазерные плоттеры (ЛП) базируются на электрографической технологии, в основу которой положены физические процессы внутреннего фотоэффекта в светочувствительных полупроводниковых слоях селеносодержащих материалов и силовое воздействие электростатического поля. Промежуточный носитель изображения (вращающийся селеновый барабан) в темноте может быть заряжен до потенциала в сотни вольт. Луч света снимает этот заряд, создавая скрытое электростатическое изображение, которое притягивает намагниченный мелкодисперсный тонер, переносимый затем механическим путем на бумагу. После этого бумага с нанесенным тонером проходит через нагреватель, в результате чего частицы тонера запекаются, создавая изображение.

Для управления перемещением лазерного луча служила сложная система вращающихся зеркальных многогранников или призм или линз. Вследствие этого плоттеры, использующие лазеры, боятся тряски и ударов, которые могут сбить настройку. Избежать сложностей с оптикой и сделать систему проще, легче и надежнее позволило применение линеек точечных полупроводниковых светодиодов (light-emitting diode - LED).

Лазерные и LED-плоттеры ввиду высокого быстродействия (лист формата A1 выводится менее чем за полминуты) удобно использовать как сетевые устройства, и они имеют в стандартной комплектации адаптер сетевого интерфейса. Эти плоттеры могут работать на обычной бумаге, что сокращает эксплуатационные затраты.

Область применения: сложный технический дизайн, архитектура, картография и другое, т.е. везде, где требования к производительности и качеству результатов высоки, но наличие цвета не требуется.

8.8 Основные параметры плоттеров

Носитель и изображение.

Максимальный размер листа (max. media size) при использовании нарезанных заранее или максимальная ширина листа носителя (max. media width) при использовании рулонного носителя больше фактических соответственно размера рабочего поля носителя (image size) или ширины рабочего поля (image width), т.е. пространства, где плоттер рисует, на размер полей по краям листа (border, margins) из-за необходимости его перемещения в процессе создания изображения.

Формат листа (drawing size) определяет максимальный стандартный формат, который может быть вписан в размер рабочего поля.

Длина носителя (media length) для рулонных плоттеров зависит от его толщины (чем тоньше носитель, тем он длиннее), так как допустимый диаметр рулона ограничен. Иногда можно встретить параметр - максимальная толщина носителя (max. media thickness).

Параметры точности.

Не существует универсального показателя точности и эти показатели у разных типов плоттеров характеризуют фактические разные параметры.

Механическая точность (mechanical resolution, resolution) имеет смысл только для перьевых плоттеров и характеризует то, с какой точностью их механическая система способна позиционировать пишущий узел. Она всегда существенно лучше фактической точности, обеспечиваемой плоттером, поскольку, с одной стороны, центр пишущего элемента совсем необязательно попадет строго в установленную позицию, а, с другой пятно, создаваемое пишущим элементом, имеет ненулевые размеры.

Программно задаваемое разрешение (software resolution) определяет, с какой точностью (разрядностью) могут кодироваться координаты в графическом файле, пересылаемом плоттеру. К точности координат в

выходном чертеже этот параметр имеет весьма отдаленное отношение, так как обычно существенно превышает механическую точность плоттера.

Разрешение печати. Этот параметр используется в растровых плоттерах и измеряется числом точек на дюйм в зарубежных плоттерах и числом точек на миллиметр - в отечественных. Чем величина больше, тем разрешение выше. Следует иметь в виду, что разрешение полноцветной печати для некоторых видов цветных плоттеров (например, струйных) меньше, чем разрешение монохромной печати. Так, например, при разрешении 1200 точка/дюйм в монохромном режиме тот же плоттер в полноцветном режиме будет обеспечивать разрешение $1200/N$ ($N=2-4$, в зависимости от конструктивных особенностей пишущей головки плоттера).

Точность. Когда этот параметр указан в явном виде для перьевых плоттеров, надо учитывать, что он соответствует только некоторым, весьма определенным, условиям работы плоттера. Например, применение бумаги с повышенной шероховатостью (отечественный ватман) или другого пишущего узла (отличающегося от тестового, а также износ механики плоттера вследствие эксплуатации существенно повлияет на эту характеристику.

Повторяемость. Этот параметр значим для перьевых плоттеров и определяет точность, с которой плоттер многократно позиционирует пишущий узел в одной и той же точке в процессе рисования.

Погрешность остановки пера характеризует величину погрешности позиционирования пишущего узла перьевых плоттеров, возникающую при установке пишущего узла в начальную точку вектора после холостого перемещения, происходящего на максимальной скорости.

8.9 Параметры производительности

Скорость печати (или перемещения носителя). Эта характеристика присуща растровым плоттерам, и обычно определяет максимально технически возможную скорость печати уже подготовленной информации. Для высокопроизводительных плоттеров узкое место - процессы пересылки графической информации и ее интерпретации в плоттере и реальная скорость печати с учетом этих процессов ниже. Поэтому тип интерфейса - важный параметр, характеризующий не только то, каким образом можно подключать плоттер, но и скорость печати. Стандартными для плоттеров является последовательный интерфейс RS-232C и более быстрый параллельный интерфейс Centronics. Для высокопроизводительных растровых плоттеров с большими объемами передаваемой информации желательно наличие нескольких одновременно работающих стандартных интерфейсов.

Максимальная скорость взаимного перемещения пишущего узла и носителя. Реальная скорость рисования определяется максимальной скоростью нанесения непрерывной линии пишущим узлом и максимальным ускорением перемещения пишущего узла. Максимальная скорость нанесения непрерывной линии указана на упаковке пишущего узла, а не в технических характеристиках плоттера. А максимальное ускорение, которое может быть придано пишущему

узлу, влияет на потери времени при изменении направления пишущего узла, что происходит постоянно. На потери времени также влияет скорость поднятия/опускания пера.

8.10 Память

Для улучшения функциональных показателей (быстродействие, удобство работы, автономность и др.) плоттер имеет встроенную память, в которую загружается графическая информация, обрабатываемая процессором плоттера в процессе создания изображения.

Стандартный буфер - это оперативная память в плоттере стандартной конфигурации. Современные модели плоттеров большого формата имеют стандартный буфер (memory) емкостью от 1 Мбайт. В некоторых моделях плоттеров можно устанавливать дополнительные блоки памяти, так называемое расширение буфера емкостью до 64 Мбайт. У высокопроизводительных плоттеров с несколькими каналами приема информации также должна быть дополнительная дисковая память (disk) - встроенный жесткий диск, на который записывается графическая информация.

Для перьевых плоттеров размер памяти определяет только способность работать в режиме off-line (т.е. автономно) после загрузки файла чертежа.

Для растровых плоттеров это важный параметр, так как он, в конечном счете определяет разрешение и формат изображения, обеспечиваемые плоттером.

8.11 Форматы данных

Существует два принципа создания изображения - векторный и растровый. Первый характерен для перьевых плоттеров, а второй - для всех остальных. Не следует путать принцип создания изображения и то, какую графическую информацию - растровую или векторную - можно вывести на данном плоттере. Способность плоттера выводить тот или иной вид графической информации определяется соответствующим программным обеспечением и набором графических языков и форматов данных, которые "понимает" плоттер.

Проблема в том, что часто и/или форматы данных информации в компьютере не соответствуют разрешению и/или форматам данных плоттера. И если векторные графические языки, такие, как HPGL, фактически стандарт для любого плоттера (т.е. всегда обеспечен вывод векторной графической информации), то вывод растровой информации на растровом же плоттере не всегда может быть осуществлен без специальных драйверов. Это драйверы обычно поставляются вместе с плоттером. Для того чтобы плоттер работал с выбранным программным обеспечением, необходимо удостовериться, что форматы данных и графические языки, поддерживаемые вашим плоттером и этим программным обеспечением, совпадают.

8.12 Чертежные характеристики

Цветовая палитра. Для цветных растровых плоттеров этот параметр характеризует максимально возможное количество цветов, с которым способен работать плоттер, но количество одновременно отображаемых цветов всегда меньше и определяется числом цветов однородной заливки. Например, при цветовой палитре в 16,7 млн. цветов одновременно могут отобразиться только 8192 из них.

Число типов линий. Этот параметр используется для характеристики векторной графики и определяет для некоторых плоттеров количество встроенных ("защитых" в постоянной памяти или задаваемых внутренней программой) типов линий. Наличие встроенных типов линий не означает, что чертеж не может содержать и большего чем указано, числа линий, так как ряд компьютерных программ готовит данные для вывода на плоттер, не используя встроенные типы линий.

Число штриховок. Ряд перьевых и растровых плоттеров способны закрашивать замкнутые области путем штрихования, и этот параметр характеризует количество встроенных (аппаратно реализованных) видов штриховок. Он, как и число типов линий, не относится к числу критичных, поскольку далеко не все программные средства используют возможности встроенного управления штрихованием, а создают штриховку самостоятельно.

Давление на пишущий элемент (для перьевых плоттеров). Параметр определяет применимость для данного плоттера того или иного носителя и пишущего элемента. Излишне высокое давление на пишущий элемент может привести к замятию или прорезанию носителя, а также порче пишущего элемента, а недостаточное - к потере непрерывности рисуемых линий.

Типы пишущих элементов (для перьевых плоттеров). Чем больше список применяемых типов пишущих элементов (а в их число могут входить фломастеры, шариковые стержни и рапидографы с различными характеристиками), тем доступнее расходные материалы для плоттера.

Число пишущих элементов в карусели (для перьевых плоттеров). Это параметр определяет возможное число одновременно отображаемых цветов или ширину линий на чертеже.

Специфический для карандашно-перьевых плоттеров параметр – грифеледержатель. Он описывает характеристики карандашного пишущего узла. Если грифеледержатель имеет бункер на несколько грифелей, то это существенно повышает автономность работы плоттера, так как замена исписавшегося грифеля при этом производится автоматически, без прерывания работы.

Специфическим для режущих плоттеров является параметр тип лезвий. Он аналогичен параметру типы пишущих узлов /2,3,5,6,7/.

8.13 Вопросы

1. Как классифицируются плоттеры по принципу взаимодействия записывающего органа и носителя графического регистрирующего устройства (ГРУ)?
2. Как классифицируются графические регистрирующие устройства (ГРУ) по способу регистрации?
3. Что используется в качестве пишущего узла в различных ГРУ?
4. Какими параметрами характеризуются ГРУ?
5. Какие плоттеры относятся к электромеханическим устройствам векторного типа?
6. Какие плоттеры называются перьевыми (ПП), на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
7. Какие плоттеры называются струйными, на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
8. Какие плоттеры называются электростатическими, на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
9. Какие плоттеры называются плоттерами прямого вывода изображения, на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
10. Какие плоттеры называются плоттерами на основе термопередачи, на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
11. Какие плоттеры называются лазерными плоттерами, на какие группы делятся, какие имеют характеристики, достоинства, недостатки и как работают?
12. Что такое механическая точность, разрешение печати, точность, повторяемость, погрешность остановки пера, скорость печати (или перемещения носителя), максимальная скорость взаимного перемещения пишущего узла и носителя и каким типам плоттеров эти параметры принадлежат?

9 ОЗУ

9.1 Статическая память

Статическая память - SRAM (Static Random Access Memory) способна хранить информацию в статическом режиме при наличии питающего напряжения. Ячейки статической памяти реализуются на триггерах - элементах 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. Быстродействие и энергопотребление статической памяти определяется технологией изготовления и схемо-техникой запоминающих ячеек. Экономичная КМОП память (CMOS Memory) имеет время доступа более 100 наносекунд, но пригодна для длительного хранения информации при питании от маломощной батареи (обычно применяется в памяти конфигурации PC). Самая быстродействующая статическая память имеет время доступа в несколько наносекунд, что позволяет ей работать на частоте системной шины процессора, не требуя от него тактов ожидания. Типовой объем памяти современных микросхем SRAM 1 Мбит. Относительно высокая удельная стоимость хранения информации и энергопотребление при низкой плотности упаковки не позволяют использовать SRAM в качестве основной памяти компьютеров. В PC микросхемы SRAM в основном используются для построения внешнего (L2) кэша основной памяти. Разновидности статической памяти - Async SRAM, Sync Burst SRAM и Pipelined Burst SRAM.

Разновидности статической памяти.

Async SRAM - обычная (стандартная) асинхронная статическая память (Standard или Asynchronous SRAM). Этот тип подразумевается под термином SRAM по умолчанию, когда тип памяти не указан. Микросхемы этого типа имеют простейший асинхронный интерфейс, включающий шину адреса, шину данных и сигналы управления CS#, OE# и WE#. Микросхема выбирается низким уровнем сигнала CS# (Chip select), низкий уровень сигнала OE# (Output Enable) открывает выходные буферы для считывания данных, WE# (Write Enable) низким уровнем разрешает запись.

Время доступа - задержка появления действительных данных на выходе относительно момента установления адреса - у стандартных микросхем SRAM составляет 12, 15 или 20 наносекунд, что позволяет процессору выполнять пакетный цикл чтения 2-1-1-1 (то есть без тактов ожидания) на частоте системной шины до 33 МГц. На более высоких частотах цикл будет не лучше 3-2-2-2.

Sync Burst SRAM - синхронная статическая память, оптимизированная под выполнение пакетных (burst) операций обмена, свойственных работе кэш-памяти. В ее структуру введен внутренний двухбитный счетчик адреса. В дополнение к сигналам, используемым асинхронной памятью (адрес, данные, CS#, OE# и WE#), память использует сигнал CLC (Clock) для синхронизации с системной шиной и сигналы управления пакетным циклом ADSP#, CADSP# и

ADV#. Сигналы CADS# (Cache Address Strobe) и ADSP# (Address Status of Processor), которыми процессор или кэш-контроллер отмечает фазу адреса очередного цикла, являются стробами записи начального адреса цикла во внутренний регистр адреса. Любой из этих сигналов инициирует цикл обращения, одиночный (single) или пакетный (burst), а сигнал ADV# (ADVance) используется для перехода к следующему адресу пакетного цикла. Все сигналы, кроме управления выходными буферами OE#, синхронизируются по положительному перепаду сигнала CLK. Это означает, что значение входных сигналов должно установиться до перепада и удерживаться после него еще некоторое время. Выходные данные при считывании будут также действительны во время этого перепада.

PB SRAM (Pipelined Burst SRAM) - конвейерное усовершенствование синхронной памяти (слово "синхронная" из ее названия для краткости изъяли, но оно обязательно подразумевается). Конвейером является дополнительный внутренний регистр данных, который, требуя дополнительного такта в первой пересылке цикла, позволяет остальные данные получать без тактов ожидания даже на частотах выше 75 МГц. Задержка данных относительно синхронизирующего перепада у современных микросхем PB SRAM составляет 4,5-8 нс. Как и у Sync Burst SRAM, этот параметр не является временем доступа в чистом виде (не следует забывать о двух-трех тактах в первой передаче), а отражает появление действительных данных относительно очередного перепада сигнала синхронизации. Интерфейс PB SRAM аналогичен интерфейсу Sync Burst SRAM.

Самое распространенное применение статической памяти - кэширование ОЗУ. На микросхемах статической памяти обычно строится внешний кэш, в котором используется архитектура прямого отображения. Функции кэш-контроллера выполняет чипсет. Микросхемы хранения данных кэша организуются в банки, число микросхем в банке должно соответствовать разрядности системной шины процессора. Банк должен заполняться микросхемами одного объема, требуемое быстродействие микросхем зависит от частоты системной шины. Банков может быть и несколько, количество заполненных банков и организация установленных микросхем, определяющие объем кэш-памяти (VCACHE), задаются джамперами или определяются автоматически.

Микросхемы асинхронной памяти обычно исполняются в DIP-корпусах с 8-битной организацией, которые вставляются в специальные "кроватьки" системной платы (иногда припаиваются). При установке микросхем с 28 выводами в "кроватьку" с 32 контактами свободными оставляют контакты 1, 2, 31 и 32. Банк собирается из 4 штук для процессоров 386-DX и 486, 8 штук - для Pentium. Микросхемы синхронной памяти обычно имеют разрядность 16 или 32 бит (18 или 36 - с паритетом), один банк для Pentium собирается из четырех или двух микросхем.

Для системных плат с процессором Pentium распространены модули COAST (Cache On A Stick) - "кэш на палочке". Это небольшой модуль с двусторонним печатным разъемом, устанавливаемый в специальный слот.

Модуль содержит собственно кэш-память необходимой разрядности (асинхронную Async. SRAM, синхронную пакетную Sync Burst SRAM или конвейерную PB SRAM). Модуль может использоваться и как расширение кэша, запаянного на системной плате. Аналогичные модули применяются и в других компьютерных платформах (например, в Power PC), но у них может не совпадать порядок следования адресов пакетного цикла синхронной памяти (у Power PC - последовательный) со специфическим порядком чередования, принятым для процессоров x86 Intel и совместимых с ними (порядок адресов задается логическим уровнем на одном из выводов микросхем Burst SRAM).

Напряжение питания SRAM.

Поскольку современные процессоры имеют различные номиналы питающего напряжения (от 2,9 до 5 В), возникает необходимость согласования уровней их сигналов с уровнями сигналов SRAM. Микросхемы SRAM исполняются в нескольких модификациях по напряжению питания и уровням сигналов. По уровням выходных сигналов они все совместимы со стандартными микросхемами ТТЛ, для которых лог. 0 - ниже 0,8 В, лог. 1 - выше 2 В. В табл. 6.5 приведены электрические характеристики стандартных, смешанных (mixed-mode) и 3,3 В микросхем SHAM.

При замене или добавлении микросхем (модулей) SRAM следует учитывать, что:

- на системной плате, рассчитанной на применение стандартной SRAM, ее можно без каких-либо изменений заменить на смешанную, поскольку ее выходные уровни нормально распознаются ТТЛ-логикой (уровень лог. 1 выше 2 В);

- на системной плате, рассчитанной на применение смешанной SRAM, ее нельзя заменять ни на стандартную, поскольку выходные уровни стандартной SRAM недопустимы для 3,3 В устройств (P54C CPU), ни на 3,3 В, поскольку на ее входы будут поданы 5 В сигналы ТТЛ, которые для нее недопустимы;

- на системной плате, рассчитанной на 3,3 В SRAM, ее нельзя заменять ни на смешанную, ни на стандартную, поскольку для этих микросхем питания в 3,3 В недостаточно.

9.2 Динамическая память

Динамическая память - DRAM (Dinamic RAM) - получила свое название благодаря принципу действия ее запоминающих ячеек, которые выполнены в виде конденсаторов, образованных - элементами полупроводниковых микросхем.

Упрощая описание физических процессов, можно сказать, что при записи логической единицы в ячейку конденсатор заряжается, при записи нуля - разряжается. Схема считывания разряжает через себя этот конденсатор и, если заряд был ненулевым, выставляет на своем выходе единичное значение и подзаряжает конденсатор до прежнего значения. Если обращение к ячейке отсутствует, со временем за счет токов утечки конденсатор разряжается и

информация теряется, поэтому такая память требует постоянного периодического подряда конденсаторов (обращения к каждой ячейке) - память может работать только в динамическом режиме. Этим она принципиально отличается от статической памяти, реализуемой на триггерных ячейках и хранящей информацию без обрамлений к ней сколь угодно долго (при включенном питании).

Благодаря относительной простоте ячейки динамической памяти на одном кристалле удастся размещать миллионы ячеек и получать самую дешевую полупроводниковую память достаточно высокого быстродействия с умеренным энергопотреблением, используемую в качестве основной памяти компьютера. Расплатой за низкую стоимость являются некоторые сложности в управлении динамической памятью, которые будут рассмотрены позже.

Запоминающие ячейки микросхем DRAM организованы в виде двухмерной матрицы. Адреса строки и столбца передаются по мультиплексированной шине адреса (MA - Multiplexed Address) и стробируются по спаду импульсов RAS (Row Access Strobe) и CAS (Column Access Strobe).

Поскольку обращения (запись или чтение) к различным ячейкам памяти обычно происходят в случайном порядке, то для поддержания сохранности данных применяется регенерация (Memory Refresh - "освежение" памяти) - регулярный циклический перебор ее ячеек (обращение к ним) с холостыми циклами. Регенерация в микросхеме происходит одновременно по всей строке матрицы при обращении к любой из ее ячеек. Максимальный период обращения к каждой строке (refresh time) для гарантированного сохранения информации у современной памяти лежит в пределах 8-64 мс. В зависимости от объема и организации матрицы для однократной регенерации всего объема требуется 512, 1024, 2048 или 4096 циклов обращений. При равномерном распределении циклов регенерации (distributed refresh) период циклов регенерации (refresh rate) для стандартной памяти принимается 15.6 мкс. Для памяти с расширенной регенерацией (extended refresh) допустим период между циклами 125 мкс. Возможен также вариант пакетной регенерации (burst refresh), когда все циклы регенерации собираются в пакет, во время которого обращение к памяти по чтению и записи блокируется. При количестве циклов 1024 эти пакеты будут периодически занимать шину памяти примерно на 130 мкс, что далеко не всегда допустимо. По этой причине практически всегда выполняется распределенная регенерация.

Циклы регенерации могут организовываться разными способами. Классическим является цикл без импульса CAS (RAS only refresh - регенерация только импульсом RAS). В этом случае адрес очередной регенерируемой строки выставляется контроллером памяти до спада RAS очередного цикла регенерации; порядок перебора регенерируемых строк не важен.

Другой вариант - цикл CBR (CAS Before RAS) Refresh, поддерживаемый практически всеми микросхемами памяти. В этом цикле регенерации спад импульса RAS осуществляется при низком уровне сигнала CAS (в обычном цикле обращения такой ситуации не возникает). В этом случае микросхема выполняет регенерацию строки, адрес которой находится во внутреннем

счетчике микросхемы, и в задачу контролера входит только периодическое формирование таких циклов. Дополнительным преимуществом данного цикла является экономия потребляемой мощности за счет неактивности внутренних адресных буферов.

Цикл скрытой регенерации *hidden refresh* - разновидность цикла CBR: здесь в конце полезного цикла чтения или записи сигнал CAS удерживается на низком уровне, а RAS поднимается и снова опускается, что является указанием микросхеме на выполнение цикла регенерации по внутреннему счетчику. При этом слово "скрытость" отнюдь не означает экономию времени (затраты на регенерацию остаются теми же, что и в обычном CBR), а только то, что во время регенерации после цикла чтения выходные буферы сохраняют только что считанные данные (в обычном CBR выходные буферы находятся в высокоимпедансном состоянии).

Регенерация основной памяти в РС/XT осуществлялась каналом DMA 0. Сигнал *Refr*, вырабатываемый каждые 15.6 мкс по сигналу от первого канала таймера-счетчика 8253/9254 (порт 041h), вызывает холостой цикл обращения к памяти для регенерации очередной строки. В РС/АТ контроллер регенерации усложнен. В современных компьютерах регенерацию основной памяти берет на себя чипсет, и его задача - по возможности использовать для регенерации циклы шины, не занятые ее абонентами (процессорами и активными контроллерами). Самые "ловкие" контроллеры регенерации - *smart redresh* ставят запросы на регенерацию в очередь, которую обслуживают в свободное для шины время, и только если запросов накапливается больше предельного количества, откладывается текущий цикл обмена по шине и цикл регенерации выполняется немедленно. Модули памяти в разных банках могут регенерироваться одновременно, но при использовании чередования (*interleaving*) для экономии времени целесообразно производить регенерацию одного банка во время "полезного" обращения к другому. Некоторые системные платы позволяют использовать режим пониженной частоты регенерации *slow refresh*, однако его можно применять только с модулями памяти, допускающими режим *Extended Refresh*.

Динамическая память, используемая в видеобуферах графических адаптеров, специальных циклов регенерации, как правило, не требует, поскольку частота ее чтения для регенерации изображения вполне достаточна для сохранения информации.

Типы динамической памяти FPM, EDO, BEDO, SDRAM.

Способность работать в режиме FPM - "заслуга" не микросхем или модулей памяти (в этом режиме способны работать и самые "древние" микросхемы, и микросхемы EDO, о которых речь пойдет далее), а контроллера динамической памяти (т.е. чипсета). Однако по сложившейся терминологии обозначение FPM относят к "стандартным" модулям динамической памяти, которые не являются EDO, BEDO или SDRAM. Иногда их все-таки более точно называют стандартными Std.

В полной мере преимущества FPM могут использоваться только для компьютеров на процессорах 486 и старше или (и) при наличии внешнего (L2)

кэша: только они могут сообщить контроллеру памяти о намерении произвести серию обменов данными " " памятью (Burst- mode), чтобы он не снимал сигнал RAS сразу после фазы обмена данными первого цикла.

Модификацией памяти, направленной на повышение производительности при том же быстродействии запоминающих элементов, явилась память EDO Extended (Enhanced) Data Out DRAM. Эта память содержит регистр-защелку (data latch) выходных данных, что обеспечивает некоторую конвейеризацию работы для повышения производительности при чтении.

EDO-память с временем доступа 70 нс в режиме гиперстраничного обмена при частоте системной шины 66 МГц может обеспечить лучший Burst-цикл чтения 5-2-2-2. Благодаря простоте данного усовершенствования при одном и том же времени доступа запоминающих элементов цена EDO-памяти почти не отличается от цены стандартной. Однако ее применение дает эффект, соизмеримый с эффектом от установки стандартного асинхронного внешнего кэша. Более того, установка такого кэша в систему с EDO-памятью практически не дает повышения производительности. В результате широко распространилось мнение, что в EDO-памяти содержится внутренний кэш, однако для простого регистра-защелки название "кэш " звучит слишком торжественно.

Микросхемы EDO DRAM применяются в современных SIMM-72 и DIMM-модулях, которые конструктивно и по назначению выводов совместимы со стандартными (FPM). Все EDO-модули не имеют бит паритета (однобитные микросхемы EDO не выпускаются). Контрольные разряды 36-битных EDO-модулей могут использоваться только в ЕСС-памяти, в которой доступ осуществляется всегда сразу ко всем байтам.

Из принципиального различия в работе выходных буферов следует, что в одном банке нельзя смешивать модули EDO и стандартные. EDO-модули поддерживаются не всеми чипсетами и системными платами (в большей мере это относится к системным платам для процессоров 486), поэтому не всегда можно заменять стандартные (FPM) модули на EDO. Кроме того, не все системные платы, поддерживающие EDO-память, используют потенциальный выигрыш в производительности от ее "малой конвейеризации" (это замечание больше относится к дешевым системным платам).

Задержка отключения выходных буферов затрудняет применение чередования банков, из-за чего многие системные платы не поддерживают Bank - Interleaving для EDO-памяти.

Многие современные чипсеты совместно с BIOS автоматически определяют тип установленных модулей и даже допускают смесь EDO и стандартных модулей в разных банках.

Микросхемы EDO применяются и в графических адаптерах.

Результатом дальнейшего развития конвейерной архитектуры модулей памяти явилась BEDO (Burst EDO) DRAM. В микросхемах данного типа кроме регистра-защелки выходных данных, стробируемого по фронту импульса CAS, содержится еще и внутренний счетчик адреса колонок для Burst-цикла. Это позволяет выставлять адрес колонки только в начале Burst-цикла (см. рис. 4), а

во 2, 3 и 4-й передачах импульсы CAS только запрашивают очередные данные. В результате удлинения конвейера выходные данные как бы отстают на один такт CAS, зато следующие данные появляются без тактов ожидания процессора, чем обеспечивается лучший цикл чтения 5-1-1-1 для BEDO-памяти с временем доступа 60 нс при частоте шины до 66 МГц. Задержка появления первых данных Burst-цикла окупается повышенной частотой приема последующих. BEDO-память исполняется в модулях SIMM-72 и DIMM, но поддерживается не всеми чипсетам.

SDRAM (Synchronous DRAM) - быстродействующая синхронная динамическая память, работающая на частоте системной шины без тактов ожидания внутри Burst-цикла и обеспечивающая цикл чтения 5-1-1-1 на частотах до 100 МГц. От обычной (асинхронной) динамической памяти, у которой все внутренние процессы инициируются только сигналами RAS, CAS и WE (разрешение записи), память SDRAM отличается использованием постоянно присутствующего сигнала тактовой частоты системной шины. Это позволяет создавать внутри микросхемы высокопроизводительный конвейер памяти на основе ячеек динамической памяти со вполне обычным временем доступа (50-70 нс).

Микросхемы SDRAM устройства с программируемыми параметрами со своим набором команд и внутренней организацией чередования банков. Кроме команд записи и чтения с программируемыми параметрами Burst-цикла имеются команды автоматической регенерации и перевода в режим хранения данных с пониженным энергопотреблением.

По причине существенного отличия интерфейса микросхемы SDRAM не могут быть установлены в модули SIMM; они применяются в DIMM или устанавливаются прямо на системную (или графическую) плату.

Конструктивное исполнение.

Современные микросхемы DRAM имеют емкость 1 - 256 Мбит и более, время доступа - 45 - 250 нс и обычно организованы по 1, 4, 8, 9, 16 или 18 бит в корпусе. Цифровая часть обозначения микросхемы имеет примерно следующий вид: 4NC-T, где N-1, 4 - разрядность ячеек, бит; C=64, 128, 256, 000... - количество ячеек (64:64К, 000:1М); T - время доступа в наносекундах или десятках наносекунд. Первая цифра "4" обозначает класс памяти - динамическая.

Микросхемы могут быть упакованы в корпуса DIP, ZIP, SOJ или TSOP; из них собираются модули SIPP (Single In-Line Pin Package), SIMM (Single In-Line Memory Module) и DIMM (Dual In-Line Memory Module), устанавливаемые в специальные гнезда.

Модули SIMM и SIPP представляют собой небольшие печатные платы, на которых смонтированы микросхемы памяти с объединенными адресными входами. Количество и тип микросхем определяются требуемой разрядностью и объемом хранимых данных.

"Короткие", или 30-pin SIMM модули (старый тип), имеют 30 печатных выводов и однобайтную организацию, причем модули фирмы IBM (для

компьютеров IBM PS/2) имеют разводку выводов, отличающуюся от стандартных.

SIPP-модули имеют 30 штырьковых выводов и совпадают по разводке со стандартными SIMM 30-pin (SIMM-30). Применение однобайтных модулей, особенно в 32-бит системных платах, сильно сковывает свободу выбора объема памяти. Особенно неудобны и непопулярны короткие модули на 4 Мбайт.

Современные "длинные" 72-pin SIMM (SIMM-72) имеют 72 печатных вывода и 4-байт организацию. Набор сигналов SIMM-модуля в основном совпадает с сигналами одиночных микросхем динамической памяти. Для идентификации наличия и типа установленного модуля в интерфейс SIMM были введены 4 дополнительных вывода: по заземленным (на модуле) сигналам системная плата могла бы распознать тип и объем установленной памяти. На современных платах эти линии обычно заземлены, а чипсет распознает модули, выполняя специальные циклы диагностического обращения к памяти.

Модули DIMM.

Модуль памяти DIMM (Dual-In-Line-Memory Module) имеет 168 независимых печатных выводов, расположенных с обеих сторон (2 ряда по 84 контакта), разрядность 8 байт и устанавливается в специальный разъем (слот).

Модули могут иметь разрядность 64, 72 или 80 бит, дополнительные разряды 72-битных модулей организуются либо по схеме контроля паритета (приписываясь к соответствующим байтам), либо по схеме ECC (Error Correction Code); 80-битные - только ECC. По внутренней архитектуре модули близки к SIMM-72, но имеют удвоенную разрядность. Также удвоено число сигналов разрешения записи и разрешения выходных буферов, что позволяет организовывать модули и в виде двух банков с возможностью чередования (Bank Interleaving). Модули на микросхемах емкостью 4 - 64 Мбит имеют объем от 8 до 256 Мбайт, в перспективе модули на 256-Кбитных микросхемах будут иметь емкость до 512 Мбайт. Существуют модули с напряжением питания 3.3 и 5 В, они имеют различающиеся ключи. Применение DIMM в системах с 64-битной шиной данных (Pentium, Pentium Pro...) снимает проблему подбора "парных" (идентичных) модулей и открывает перспективы использования новых разновидностей памяти.

168-pin Buffered DIMM модули первого поколения DIMM, комплектуемые микросхемами DRAM (FPM и EDO), у которых часть входных сигналов буферизована. Эти модули вносят минимальную нагрузку на шину памяти, но буферные микросхемы создают дополнительную задержку. Архитектура модулей напоминает SIMM-72. Идентификация параллельная - параметры быстродействия и объема передаются через 8 буферизованных выводов идентификации (Presence Detect pins), наличие сигнала разрешения буфера позволяет объединять выводы идентификации нескольких модулей. Два дополнительных небуферизованных вывода несут информацию о разрядности шины и саморегенерации.

168-pin Unbuffered DIMM модули второго поколения DIMM, комплектуемые микросхемами как асинхронной памяти (FPM и EDO), так и синхронной (SDRAM), у которых входные и выходные цепи не буферизованы.

Эти модули сильнее нагружают шину памяти, но позволяют реализовать максимальное быстродействие. 168-pin Registered DIMM - вариант модулей второго поколения, используемый только для SDRAM.

Модули второго поколения отличаются от буферизованных (первого поколения) ключом и назначением выводов. Интерфейс позволяет в одни и те же слоты устанавливать как модули DRAM, так и SDRAM (если, конечно, чипсет умеет работать с SDRAM). Это является преимуществом для систем, использующих UMA (Unified Memory Architecture).

Идентификация параметров - последовательная, использующая двухпроводной интерфейс для чтения атрибутов (идентификации) из специальной конфигурационной памяти.

72 pin SO DIMM (Small - Outline- Dual - Inline - Memory Module) - малогабаритный (длина 2-35" - 60 мм) модуль с двусторонним 72 - контактным разъемом, комплектуемый микросхемами DRAM в корпусах TSOP, емкость 2 - 32 Мбайт, разрядность данных - 32 или 36 бит. Информация об объеме, организации, адресации, быстродействии и регенерации передается через семь линий параллельной идентификации.

144 pin SO DIMM - малогабаритный модуль (длина 2.35" - 60 мм) с двусторонним 144-контактным разъемом, емкость 8- 64 Мбайт, разрядность данных - 64 или 72 бит. Информация об объеме, организации, адресации, быстродействии и регенерации передается через последовательный двухпроводной интерфейс (I2C).

88 pin DRAM cards - миниатюрные модули (3.37" x 2.13" x 0.13" - 85.5 x 54 x 3.3 мм) в пластиковом корпусе размером с карту PCMCIA (PC Card). Имеет 88-контактный разъем, разрядность 18, 32 или 36 бит, емкости 2 - 36 Мбайт. Комплектуется микросхемами DRAM в корпусах TSOP. Информация о быстродействии и объеме передается по восьми выводам. Внутренняя архитектура близка к SIMM-72. Напряжение. питания 5 или 3.3 В. Применяются в малогабаритных компьютерах, легко устанавливаются и снимаются.

Установка и конфигурирование памяти.

Допустимый объем, возможные типы, организация и быстродействие памяти определяются чипсетом, количеством и типом разъемов (SIMM, DIMM) для установки памяти и версией BIOS.

Для идентификации наличия и типа установленного модуля в интерфейс модулей памяти были введены дополнительные выводы, по заземленным (на модуле) сигналам системная плата могла бы распознать тип и объем установленной памяти. Метод предполагает наличие линий идентификации, собственных для каждого гнезда модуля. Эти линии надо провести по плате и считать через какой-либо порт. На современных платах эти линии обычно заземлены, а чипсет распознает модули, выполняя специальные циклы диагностического обращения к памяти.

Модули DIMM второго поколения используют метод последовательной идентификации, использующий двухпроводной интерфейс для считывания информации из специальной памяти конфигурации (обычно EEPROM 24C02).

установленной на модулях. Преимущество последовательной идентификации перед параллельной в том, что появление новых типов устройств и новых параметров не требуют конструктивных изменений. Формат конфигурационных данных стандартизирован, из доступных 256 байт под параметры пока определены только первые 32 и еще 32 зарезервированы, 64 байта отданы под информацию производителя. Кроме того, интерфейс I2C позволяет легко объединять его, сигналы со всех модулей, что существенно проще, чем коммутация 4 - 10 линий параллельной идентификации.

Современные чипсеты позволяют автоматически распознавать тип и параметры применяемой памяти и задавать оптимальные временные диаграммы в зависимости от установленной частоты системной шины. Для изменения этих диаграмм в BIOS Setup часто предусмотрены возможности указания времени доступа применяемых микросхем или даже параметров циклов - они заданы в тактах системной шины /8,9/.

9.3 Вопросы

1. Дайте классификацию ОЗУ?
2. Какими характеристиками обладают статические ОЗУ?
3. Какими характеристиками обладают динамические ОЗУ?
4. Каким образом производится установка и конфигурирование памяти?

10 Звуковые платы

10.1 Назначение

В 1989 году фирма Creative Labs выпустила стереозвуковую плату Game Blaster, предназначенную для использования с некоторыми играми. Примерно в то же самое время для персональных компьютеров стал доступен интерфейс MIDI (Musical o Instrument Digital Interface- цифровой музыкально-инструментальный интерфейс), однако он использовался только для специализированных записывающих приложений. Единого стандарта на звуковые платы не существует. Звуковые платы позволяют выполнять следующее:

- добавлять стереозвук к развлекательным (игровым) программам;
- увеличить эффективность образовательных программ (для детей);
- добавлять звуковые эффекты в демонстрационные и обучающие программы;
- создавать музыку с помощью аппаратных и программных средств MIDI;
- добавлять в файлы звуковые комментарии;
- добавлять звуковые эффекты к событиям операционной системы;
- выполнять звуковое воспроизведение текста;
- подавать компьютеру голосовые команды;
- проигрывать аудиокомпакт-диски.

10.2 Мультимедиа

В это понятие входит целый ряд компьютерных технологий, связанных с аудио, видео и способами их хранения. Мультимедиа - это возможность объединить изображение, звук и данные. В основном, мультимедиа подразумевает добавление к компьютеру звуковой платы и накопителя CD-ROM.

Для принятия стандартов, касающихся мультимедиа-компьютеров, компанией Microsoft был сформирован Маркетинговый совет по компьютерам для мультимедиа (Multimedia PC Marketing Council). Этой организацией было создано несколько М PC-стандартов (MPC Level 1, MPC Level 2, MPC Level 3).

10.3 Интерфейс MIDI

С помощью MIDI вы можете создавать и редактировать музыку, изучать ее теорию или превратить компьютер в звукозаписывающую студию. С помощью MIDI можно воспроизводить ноты в соответствии с особенностями звучания множества музыкальных инструментов. По стандарту MPC на звуковой плате должны быть установлены FM-синтезаторы (FM - Frequency

Modulation - частотная модуляция) и плата должна воспроизводить более шести звуков одновременно.

Для подключения MIDI-устройства к компьютеру необходима звуковая плата с двумя разъемами входного и выходного последовательных портов MIDI. В отличие от других звуковых файлов, MIDI-файлы гораздо меньше. Час стереомузыки в стандарте MIDI займет менее 500 Кбайт. (Для сравнения: объем WAV-файла - файла формата Windows - будет в тысячу раз больше.)

Во многих играх используется MIDI-звук, при этом экономится дисковое пространство.

Качество воспроизведения MIDI-файлов зависит от платы (какой вид синтеза использует плата). Большинство звуковых плат генерирует звук с помощью FM-синтеза. FM-синтез создает искусственный звук, который подражает инструменту.

Более реалистичный и дешевый способ синтеза звука был представлен корпорацией Ensoniq, которая заменила FM-метод wavetable-синтезом. Такой синтез позволяет воспроизвести лишь стандартный набор звуков, обычно используемых в играх. Windows WAV-файлы сохраняют любой звук, и таблицы wavetable при его воспроизведении не используются.

10.4 Запись

Практически на всех звуковых платах устанавливается входной разъем для микрофона. С помощью программы Sound Recorder в Windows можно воспроизвести, отредактировать и записать звуковой файл в специальном формате WAV. Из окна Control Panel. Записывая разные звуки, можно создавать и использовать собственные WAV-файлы.

Речевые комментарии. В WAV-файлы можно записать сообщения и затем вставить их в документы и электронные таблицы Windows.

Распознавание речи. Некоторые звуковые платы поддерживают распознавание речи. Вы можете заставить распознавать речь и вашу плату, но для этого понадобится дополнительное программное обеспечение. Технология распознавания речи пока несовершенна.

Звуковой смеситель (микшер). Если есть несколько источников звука и их необходимо проиграть через одни колонки, то используют звуковым смесителем. Большинство звуковых плат имеют встроенный смеситель звука (микшер), позволяющий смешивать звук от аудио-, MIDI- и WAV-источников, линейного входа и CD-проигрывателя, воспроизводя его на едином линейном выходе.

10.5 Частотная характеристика

Качество звуковой платы оценивают по двум критериям - частотной характеристике (диапазон воспроизводимых частот) и коэффициенту нелинейных искажений. Частотная характеристика определяет тот диапазон частот, в котором уровень записываемых и воспроизводимых амплитуд

остается постоянным. Для большинства звуковых плат этот диапазон составляет от 30 Гц до 20 КГц. Чем шире этот диапазон, тем лучше плата.

Коэффициент нелинейных искажений характеризует нелинейность звуковой платы, т.е. отличие реальной кривой частотной характеристики от идеальной прямой (коэффициент характеризует чистоту воспроизведения звука). Каждый нелинейный элемент является причиной искажения. Чем меньше этот коэффициент, тем выше качество звука.

10.6 Дискретизация

Если в компьютере установлена звуковая плата, то он может записывать цифровой звук. В этом случае компьютер используется в качестве записывающего устройства. В состав звуковой платы входит небольшая микросхема - аналого-цифровой преобразователь (ADC - Analog-to-Digital Converter), который при записи преобразует аналоговый сигнал в цифровые комбинации битов, понятные компьютеру. Аналогично при воспроизведении цифроаналоговый преобразователь (DAC - Digital-to-Analog Converter) преобразует записанный звук.

Дискретизацией называется процесс превращения исходного звукового сигнала в цифровой, который сохраняется с последующей возможностью воспроизведения (оцифровывание). При этом сохраняются мгновенные значения звукового сигнала в определенные моменты времени, называемые выборками. Чем чаще берутся выборки, тем точнее цифровая копия звука соответствует оригиналу.

10.7 8- и 16-разрядные звуковые платы

Первым стандартом MPC предусматривался "8-разрядный" звук. Это не означает, что звуковые платы должны были вставляться в 8-разрядный слот расширения. Разрядность звука характеризует количество битов, используемых для цифрового представления каждой выборки. При восьми разрядах количество дискретных уровней звукового сигнала составляет 256, а если использовать 16 бит, то их количество достигает 65 536 (при этом, естественно, качество звука значительно улучшается). 8-разрядное представление является достаточным для записи и воспроизведения речи, а вот для музыки требуется 16 разрядов. Качество записываемого и воспроизводимого звука, наряду с разрешением, определяется частотой дискретизации (количеством выборок в секунду). Теоретически, она должна быть в два раза выше максимальной частоты сигнала (т.е. верхней границы частот) плюс десятипроцентный запас.

Звук, дискретизированный на частоте 11 КГц (11 000 выборок в секунду) получается более размытым, чем звук, дискретизированный на частоте 22 КГц. Объем дискового пространства, необходимый для записи 16-разрядного звука с частотой дискретизации 44,1 КГц в течение одной минуты, составит 10,5 Мбайт. При 8-разрядном представлении, монофоническом звучании и частоте

дискретизации 11 КГц необходимое дисковое пространство сокращается в 16 раз.

Форматы звуковых файлов. Для хранения цифрового звука предусмотрено несколько форматов файлов. Самый известный - формат WAV, используемый Windows. Одна минута звукового сигнала, сохраненного в WAV-формате, займет на диске 2,5-10 Мбайт.

Сжатие звукового сигнала. Для хранения звукового сигнала необходим большой объем дискового пространства и поэтому в некоторых звуковых платах выполняется его сжатие методом адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (Adaptive Differential Pulse Code Modulation - ADPCM), что позволяет сократить размер файла примерно на 50%. Недостаток такого сжатия - ухудшение качество звука.

10.8 Характеристики звуковых плат

Совместимость. Плата должна работать почти со всеми программами-приложениями, в которых используется звук. В некоторых звуковых платах отсутствует интерфейс MIDI, поэтому они соответствуют требованиям МРС только частично. Остальные устройства чаще всего работают либо в стандарте плат AdLib, либо Pro AudioSpectrum.

Дискретизация. Важным критерием качества звуковой платы является частота дискретизации (иначе ее называют частотой выборки). Частота дискретизации вместе с разрядностью определяет качество звучания. Стандартные частоты дискретизации для звуковых плат - 11,025, 22,05 и 44,1 КГц, а разрядности - 8,12 и 16. Частота дискретизации дешевых монофонических плат обычно равна 22,05 КГц с разрядностью 8. Этого вполне достаточно для записи речевых сообщений. Разрядность некоторых стереофонических плат равна 8, а частота дискретизации - 22,05 КГц при стереофоническом и 44,1 КГц при монофоническом звучании. Есть и 8-разрядные платы с частотой дискретизации 44,1 КГц как в стерео, так и в моно. 16-разрядные платы нового поколения с частотой 44,1 КГц превосходят их по всем параметрам - они позволяют записывать звук с качеством звукового компакт-диска. Частота дискретизации также влияет на размер файла - при удвоении частоты удваивается и размер файла.

Сжатие данных. В платах с частотой дискретизации 44,1 КГц качество звучания соответствует качеству звучания проигрывателей компакт-дисков. При такой частоте дискретизации на каждую минуту звучания при записи даже обычного голоса расходуется около 11 Мбайт дискового пространства. Чтобы уменьшить размеры звуковых файлов, во многих платах используется сжатие данных. Например, в плате Sound Blaster ASP 16 производится сжатие звука в реальном времени (непосредственно при записи) с коэффициентом 2:1, 3:1 или 4:1.

Интерфейс MIDI. Интерфейс MIDI является стандартом на подключение музыкальных инструментов к компьютеру. Во многих звуковых платах предусмотрен интерфейс MIDI, MIDI-синтезатор.

Программное обеспечение. В состав программного обеспечения могут входить:

- программы преобразования текста в речь;
- программы для воспроизведения, редактирования и записи звуковых файлов;
- программы создания музыкальных композиций (обычно входят в комплект плат, в которых предусмотрен MIDI);
- разнообразные звуковые фрагменты.

10.9 Многофункциональные сигнальные процессоры

Процессоры устанавливаются примерно в половине универсальных звуковых плат (в платах Sound Pro 16 и Sound Pro 16 Plus фирмы Cardinal Technologies используется процессор ADSP2115 фирмы Analog Devices). Программируемый DSP платы Sound Blaster AWE32 сжимает данные, преобразует текст в речь и синтезирует так называемое трехмерное звучание, создавая эффект отражения звука и хорового сопровождения. Используя DSP можно превратить звуковую плату в многофункциональное устройство.

Разъемы звуковых плат. У большинства звуковых плат разъемы одинаковые. Через эти миниатюрные (1/8") разъемы сигналы подаются с платы на колонки, наушники и входы стереосистемы; к аналогичным разъемам подключаются микрофон, проигрыватель компакт-дисков и магнитофон. На вашей плате установлены (или, во всяком случае, должны быть установлены) разъемы четырех типов.

Линейный выход платы. Сигнал с этого разъема можно подать на внешние устройства - колонки, наушники или на вход стереоусилителя, с помощью которого сигнал можно усилить до определенного уровня. В некоторых звуковых платах, например в Microsoft Windows Sound System, имеются два выходных гнезда: один - для сигнала левого канала, а другой - для правого.

Линейный вход платы. Этот входной разъем используется при микшировании или записи звукового сигнала на жесткий диск.

Разъем для колонок и наушников. Этот разъем присутствует не во всех платах. Вместо него сигналы на колонки подаются с того же разъема (линейного выхода), что и на вход стереоусилителя. Если на плате присутствует два отдельных выходных разъема, то на том из них, который предназначен для колонок и наушников, сигнал мощнее - он должен обеспечить нормальный уровень громкости для наушников и небольших колонок. Выходная мощность большинства звуковых плат составляет примерно 4 Вт. Сигнал на линейном выходе при этом не проходит через усилительный каскад, и поэтому качество звука в нем выше.

Микрофонный вход. К этому разъему подключается микрофон для записи на диск голоса или других звуков. Запись с микрофона является монофонической. Для повышения качества сигнала во многих звуковых платах

используется автоматическая регулировка усиления (Automatic Gain Control - AGC). Уровень входного сигнала при этом поддерживается постоянным и оптимальным для преобразования. Для записи лучше использовать электродинамический или конденсаторный микрофон, рассчитанный на сопротивление нагрузки от 600 Ом до 10 КОм.

Разъем джойстика/MIDI. Для подключения джойстика используется 15-контактный D-образный разъем. Два его контакта предназначены для управления MIDI-устройством.

Управление громкостью. В некоторых звуковых платах предусмотрено ручное регулирование громкости, но на более сложных платах такой регулятор отсутствует (в этом случае управление громкостью осуществляется программно).

10.10 Краткий словарь терминов

ADC (Analog Digital Converter) - аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Предназначен для преобразования аналогового сигнала в цифровой код, то есть каждому значению напряжения входного аналогового сигнала соответствует определенное значение выходного цифрового кода. АЦП присутствуют, например, в звуковых картах и используется при записи с внешнего источника звука на жесткий диск.

MIDI (Music Instrument Device Interface) - стандарт на язык и аппаратуру представления звуков различных инструментов. Команды MIDI сообщают аппаратуре, у какого инструмента, на какой октаве и какая нота должна звучать. Поэтому запись мелодии в MIDI командах очень компактна. Существует много разновидностей этого стандарта - General MIDI, Roland MT-20 и так далее.

MIDI Interface - порт подключения внешних MIDI-устройств. Интерфейс (Interface)- токовая петля с питанием от передатчика и гальванической развязкой входных цепей, выведен на контакты 12, 15 разъема игрового адаптера (джойстика).

SB-Link - SB-Link - технология, разработанная совместно фирмами Creative Labs и Intel. Суть ее в том, что для совместимости аудиокарт с PCI интерфейсом с классическими аудиокартами с ISA интерфейсом на материнской плате устанавливается специальный джампер, после включения которого реакция системы на запрос DMA и IRQ от PCI звуковой карты становится такой же, как и от обычной ISA звуковой карты. Необходимость такого способа вызвана отсутствием на шине PCI сигналов IRQ и DMA, аналогичных шине ISA. Таким образом возможно использование PCI звуковой карты с любыми MS-DOS программами (в основном играми). Для реализации этой технологии требуется, конечно, не только джампер, но и поддержка со стороны chipset (Intel) и звуковой карты (Creative Labs). Сейчас данная технология поддерживается для звуковой карты Creative AWE64D PCI и материнских плат с chipset 440BX ASUSTeK серии P2B.

10.11 Устройство и функционирование звуковых плат

Входы звуковой карты расположены на металлической панели, выходящие на заднюю стенку системного блока. Ко входам подключаются внешние устройства – микрофоны, магнитофоны и т.д.

Кроме того на задней панели звуковой карты обычно есть 15-пиновый разъем MIDI/джойстик порта, который служит для подключения любых внешних MIDI-устройств (синтезаторов, MIDI-клавиатур и т.д.) или джойстика, если карта используется для игр.

Все сигналы с внешних аудиоустройств поступают на входной микшер звуковой платы. Входной микшер (управление микшером осуществляется программно) нужен для того, чтобы установить оптимальный уровень записи.

Блок цифровой записи-воспроизведения (называется также цифровым каналом или трактом) осуществляет преобразование аналогового сигнала в цифровой и цифрового сигнала в аналоговый. Состоит из АЦП-ЦАП преобразователей и узла управления АЦП-ЦАП либо интегрируется в состав одной из микросхем карты, либо применяется отдельная микросхема (AD1848, CS4231, CT1703 и т.д.). Качество оцифровки и воспроизводимого звука зависит от входных и выходных усилителей и типа применяемых АЦП-ЦАП преобразователей.

После аналого-цифрового преобразования (через АЦП) данные поступают в сигнальный процессор (DSP-Digital Signal Processor). Этот процессор управляет обменом данными со всеми остальными устройствами компьютера через шину ISA или PCI (достоинство шины PCI – высокая пропускная способность и прямой доступ к оперативной памяти, что позволяет хранить образцы инструментов (samples) там, а не в ROM. Тем самым снижается нагрузка процессора). Следует так же отметить, что существуют специализированные DSP – ASP (усиленный сигнальный процессор) и CSP (Creative Signal Processor –сигнальный процессор Creative) – используется микросхема CT1748 в некоторых картах типа Sound Blaster. Его наличие позволяет использовать дополнительные методы сжатия звука, увеличить скорость сжатия, повысить скорость и надежность распознавания речи.

Сигнальный процессор одновременно может работать с двумя потоками цифровых аудиоданных: идущих с АЦП через шину к другим устройствам компьютера, и поступающих с жесткого диска на ЦАП.

При воспроизведении звукового файла данные с жесткого диска через шину поступают в сигнальный процессор звуковой платы, который направляет их на ЦАП. Он переводит последовательность бит в аналоговый сигнал с переменной амплитудой и частотой, который, в свою очередь, поступает на выходной микшер. Этот микшер практически идентичен входному и управляется также программно.

Назначение синтезаторов. Наличие FM синтезатора (частотная модуляция) – для сохранения совместимости с Sound Blaster и Ad Lib. WT синтезатор (WaveTable- таблица волн) – для получения качественного звука. В FM синтезаторе используется принцип синтеза нескольких генераторов сигнала

(обычно синусоидального) со взаимной модуляцией. Каждый генератор снабжается схемой управления частотой и амплитудой сигнала и образует «оператор» - базовую единицу синтеза. Мультимедийные Wave Table синтезаторы позволяют получить лучшие характеристики звука. Принцип их работы основан на воспроизведении заранее записанных в цифровом виде звучаний –сэмплов (samples). Wave Table синтезаторы имеют постоянную и оперативную память.

Каждый из синтезаторов имеет свой собственный ЦАП. После преобразования сигналов в аналоговую форму, они поступают на выходной микшер звуковой карты /8,9/.

10.12 Вопросы

1. Для чего используется интерфейс MIDI?
2. Какими характеристиками обладают звуковые карты?
3. Что представляют собой многофункциональные сигнальные процессоры?
4. Какое назначение основных блоков мультимедийной звуковой карты?

11 Клавиатура

Клавиатура PC представляет собой унифицированное устройство со стандартным разъемом и последовательным интерфейсом связи с системной платой. В качестве датчиков нажатия клавиш применяют механические контакты (открытые или герконовые), кнопки на основе токопроводящей резины, емкостные датчики и датчики на эффекте Холла. Последние два типа являются более долговечными, поскольку в них исключены механические контактные системы. Независимо от типов применяемых датчиков нажатия клавиш, все они объединяются в матрицу. Клавиатура содержит внутренний контроллер, выполненный обычно на микросхеме из семейства MCS-48 фирмы Intel, осуществляющий сканирование матрицы клавиш, управление индикаторами, внутреннюю диагностику и связь с системной платой последовательным интерфейсом по линиям KB-Data и KB-Clock.

Среди обычных (стандартных) исполнений существуют 3 основных типа клавиатур:

1. Клавиатура XT - 83 клавиши, в оригинале без индикаторов. Впоследствии к ним добавили индикаторы состояния NumLock и CapsLock, управляемые внутренним контроллером по нажатию соответствующих клавиш. Однако состояние этих индикаторов могло не быть синхронизированным с флагами в ОЗУ, которыми пользуются драйверы.

2. Клавиатура AT- 84 клавиши, которая отличалась от XT появлением дополнительной клавиши SYSREQ загадочного назначения и индикаторов Num Lock, Caps Lock, Scroll Lock. Двухнаправленный интерфейс с системной платой позволяет программе корректно управлять индикаторами, а также программировать некоторые параметры клавиатуры и производить диагностику.

3. Расширенная клавиатура (Enhanced) - 101/102 клавиши, применяемая в большинстве моделей AT и PS/2, ставшая современным стандартом. Некоторые расширенные клавиатуры (например, "Microsoft Natural") имеют 104 или 105 клавиш, появились и 122-клавишные модели.

Клавиши расширенной клавиатуры разделены на 4 группы:

- основная клавиатура;
- функциональная клавиатура;
- цифровая клавиатура (Numeric Keypad), при выключенном индикаторе NumLock (или включенном NUMLOCK и нажатии SHIFT) используемая для управления курсором и экраном;
- выделенные клавиши управления курсором и экраном, дублирующие эти функции цифровой клавиатуры.

По электрическому интерфейсу клавиатуры XT и AT совпадают, за исключением того, что двухнаправленный интерфейс позволяет клавиатуре AT принимать команды от системной платы. Однако по логическому интерфейсу они несовместимы, а клавиатура AT иногда имеет переключатель режима

ХТ/АТ. Клавиатура PS/2 отличается от АТ только исполнением разъема, при необходимости можно использовать переходник (лучше мягкий).

Внутренний контроллер клавиатуры способен определить факты нажатия и отпускания клавиш, при этом можно нажимать очередную клавишу, даже удерживая несколько ранее нажатых. При нажатии клавиши клавиатура передает идентифицирующий ее скан-код. При удержании клавиши в нажатом положении через некоторое время клавиатура начинает автоповтор передачи скан-кода нажатия этой клавиши. Задержка автоповтора (Typematic Delay) и скорость автоповтора (Typematic Rate) для клавиатур АТ программируются командами, посылаемыми в контроллер 8042. Расширенная клавиатура позволяет выбирать 1 из 3 наборов скан-кодов.

Задание параметров автоповтора, выбор таблиц скан-кодов, управление светодиодными индикаторами, а также управление режимом сканирования матрицы клавиш и запуск диагностического теста осуществляется командами, посылаемыми центральным процессором в порт 60h (см. интерфейс клавиатуры). Перед посылкой команды необходимо убедиться в готовности контроллера к их приему - бит 1 порта 64h должен иметь нулевое значение.

При начальном тестировании POST в случае ошибки клавиатуры выводится сообщение с возможным указанием скан-кода залипшей клавиши.

Кроме традиционного стандартного исполнения существуют и другие варианты клавиатур. Малогабаритные клавиатуры портативных компьютеров интегрированы в общий корпус, но часто эти компьютеры имеют разъем для подключения обычной внешней клавиатуры, работать с которой все-таки удобнее. Некоторые производители оригинальных PC-совместимых компьютеров применяют собственные конструкции клавиатур, разъемов и даже интерфейса (например, Olivetty), что затрудняет их замену. Существует множество вариантов клавиатур по используемым датчикам, по ощущениям от нажатия и по расположению клавиш. Имеются разные эргономические варианты: клавиатуры, "разламывающиеся" на две половины, имеющие подкладки для рук и т. п. По ощущению от нажатия различают клавиатуры с "кликом" и без него. "Клик" - это щелчок, раздающийся при срабатывании нажатой клавиши. Щелчок может быть акустическим и механическим, ощущаемым пальцами как преодоление некоторого предела упругости, после которого нажимаемая клавиша проваливается. В клавиатурах без клика срабатывание датчика почувствовать не удастся, и, если оператор не привык смотреть на экран, возможны пропуски символов или их ложные повторы.

Существуют два основных типа клавиатур:

- контактные;
- бесконтактные.

В контактных клавиатурах используются микропереключатели, установленные в каждой клавише. Эти микропереключатели запаены в плату, но выпаивать их несложно, поскольку рядом нет никаких нежных микросхем.

Фирмы IBM и AT&T выпускают емкостные клавиатуры. Нижняя часть такой клавиатуры является одной большой обкладкой конденсатора. Клавиша нажимает на пружину, которая в свою очередь нажимает на толкатель.

Толкатель передает усилие на емкостную ячейку. Емкостная ячейка посылает сигнал, который интерпретируется микропроцессором 8048, установленным в клавиатуре. Он пересылает идентификатор клавиши, называемый скан-кодом в ПК. ПК определяет, какая клавиша была нажата.

Такая клавиатура сложнее, чем обычная контактная клавиатура, хотя она и имеет гораздо более высокую надежность. Но возможности ее ремонта ограничены.

11.1 Скан-коды

Скан-коды передаются от клавиатуры в компьютер по фактам нажатия и отпускания клавиш. При нажатии клавиши передается ее скан-код - номер, идентифицирующий ее расположение на клавиатуре. При отпускании клавиши клавиатура XT передает ее скан-код, увеличенный на 80h, а клавиатура AT передает 2 байта: в первом содержится префикс FO, во втором - скан-код. Прием байта от клавиатуры вызывает аппаратное прерывание IRQ1 (вектор 09h). Расширенная клавиатура позволяет выбирать 1 из 3 наборов скан-кодов, по умолчанию устанавливается Set#1 - совместимый с XT и AT-84. Интерпретацией скан-кода, который считывается из порта 060h системной платы, занимается программа основного процессора.

11.2 Системная поддержка клавиатуры

Клавиатура имеет двустороннюю поддержку со стороны BIOS: коды, принятые от клавиатуры, по аппаратному прерыванию IRQ1 (вектор 09h) обрабатываются, и результат обработки помещается в буфер, из которого по программному прерыванию этот результат для дальнейшей обработки может быть извлечен значительно позже.

BIOS INT 9h обрабатывает прерывания, вызванные приходом кодов нажатия и отпускания клавиш, анализируя принятый скан-код с учетом состояния флагов и комбинации клавиш альтерации SHIFT, CTRL, ALT, CAPSLOCK, NUMLOCK. Результат обработки (ASCII-символ и скан-код) помещается в клавиатурный буфер, расположенный в ОЗУ. В случае переполнения буфера очередное слово не записывается и подается звуковой сигнал.

Кроме обычного способа (нажатия одной клавиши), любой символ можно ввести в буфер с помощью Alt-набора. Для этого его код в десятичной системе набирается на цифровой клавиатуре при нажатой клавише ALT, результат заносится в буфер по отпускании ALT. При таком способе в буфер будет занесен нулевой скан-код, что отличает Alt-набор от обычного ввода.

Используемые ячейки BIOS DATA AREA:

- 0:0417, 0:418 - флаги клавиатуры;
- 0:0419 - аккумулятор кода Alt-набора;
- 0:041A - указатель головы буфера (Buffer Head), 2 байта;

- 0:041C - указатель хвоста буфера (Buffer Tail), 2 байта;
- 0:041E - область кольцевого буфера (16 слов).

Перехват обработчика INT 9h обычно используется для русификации клавиатуры. Программно-вызываемое прерывание BIOS INT 16h представляет интерфейс прикладного уровня для клавиатуры. Его основное назначение - извлечение слов из клавиатурного буфера. Функция задается в регистре АН при вызове:

- АН = 00h - чтение (с ожиданием готовности) и выборка слова из буфера;
- АН = 01h - проверка готовности, чтение без выборки;
- АН = 02h - чтение состояния флагов;
- АН = 03h - установка задержки и скорости автоповтора;
- АН = 05h - запись слова в буфер.

Функции с АН = 10h, 11h, 12h аналогичны 00h, 01h, 02h, но предназначены специально для 101/102-клавишных клавиатур. Для ряда клавиш, отсутствующих в клавиатуре АТ-84, эти функции дадут результаты, отличающиеся от вызовов 00h, 01h и 02h.

Младший байт считанного слова содержит ASCII-символ, старший - скан-код. Символы, полученные нестандартным способом (в русском регистре или Alt-набором), сопровождаются нулевым скан-кодом. При нулевом младшем байте старший содержит расширенный ASCII-код (Extended ASCII Keystroke). Дополнительные клавиши 101/102 клавиатур при использовании функций 10h-12h генерируют код E0h в младшем байте и скан-код, соответствующий аналогичным управляющим клавишам 83/84-клавишных клавиатур.

Функция записи (05h), несколько неожиданная для клавиатуры, позволяет легко имитировать работу оператора для различных демонстрационных программ. Если прикладная программа не перехватывает обслуживание клавиатуры на уровне аппаратного прерывания (INT 9h), то резидентная программа может ей "подбрасывать" слова в буфер, которые будут восприниматься как нажатие клавиш.

11.3 Интерфейс клавиатуры

Для подключения клавиатуры предназначен последовательный интерфейс, состоящий из двух обязательных сигналов KB-Data и KB-Clock. Необязательный сигнал KB-Reset сбрасывает клавиатуру низким уровнем сигнала. Интерфейс на системной плате ХТ реализован аппаратной логикой - регистром сдвига, параллельный выход которого подключается ко входам порта А системного интерфейса 8255. По приему байта от клавиатуры логика вырабатывает запрос аппаратного прерывания IRQ2, обработчик которого может прочитать принятый байт из порта 60h. С помощью бит 7 и 6 порта 61h возможна программная блокировка и сброс клавиатуры соответственно. Сброс клавиатуры ХТ осуществляется принудительным обнулением линии KB-Clock.

Интерфейс клавиатуры АТ построен на микроконтроллере i8042, обеспечивающем в отличие от ХТ двунаправленный интерфейс с клавиатурой. Передача информации к клавиатуре используется для управления индикаторами ее состояния и программирования параметров (автоповтор, набор скан-кодов).

Хотя электрический интерфейс клавиатур ХТ и АТ совпадает (за исключением возможности двунаправленного обмена в АТ), логические форматы посылок существенно отличаются. POST способен производить диагностику клавиатуры, причем подключение клавиатуры неподходящего типа или не подключенную клавиатуру он воспримет как ошибку. Если проверка клавиатуры разрешена в BIOS Setup, то по этой ошибке POST будет сколь угодно долго дожидаться получения кода нажатия клавиши F1. Вид разъемов клавиатур (со стороны задней панели) и назначение контактов приведены на рисунке 11.1. Конструктивно возможны два варианта разъема - обычная 5-контактная розетка DIN (аналогичная применяемой в бытовой радиоаппаратуре) или малогабаритная розетка mini-DIN, пришедшая от компьютеров семейства PS/2. На этот же разъем через плавкий предохранитель поступает и напряжение питания клавиатуры +5 В. Электрически и логически интерфейс клавиатуры PS/2 повторяет интерфейс клавиатуры АТ, поэтому для согласования типа разъема применяют специальные переходники. Предпочтительнее использовать переходники, выполненные в виде мягкого кабеля с разъемами. Монолитный переходник, особенно с АТ-клавиатуры на PS/2-разъем системной платы, хуже тем, что малейшее движение кабеля вызывает большой момент силы, выламывающей переходник из маленького гнезда PS/2.

Кабель может быть проверен очень быстро с помощью омметра. Для этого следует вынуть разъем клавиатуры из компьютера, затем разобрать клавиатуру и, отключив внутри кабель, проверить каждый проводник.

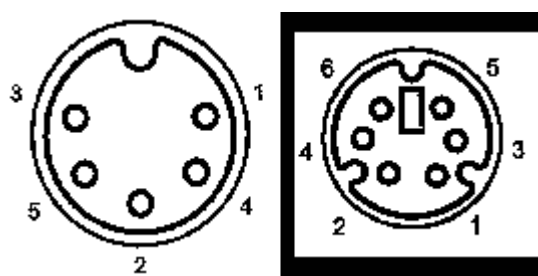


Рисунок 11.1 - Разъемы подключения клавиатур ХТ, АТ, PS/2 (вид со стороны контактов)

Питание от разъема клавиатуры часто используется такими устройствами, как внешние накопители или адаптеры локальных сетей, подключаемыми к параллельному порту. Плавкий предохранитель, установленный на системной плате, может и не выдерживать броска тока,

потребляемого этими внешними устройствами. При этом, естественно, откажется работать и клавиатура - ее индикаторы и не мигнут при включении, как это происходит при ее инициализации.

Для проверки интерфейса клавиатуры следует измерить напряжение между 4 выводом и всеми остальными: оно должно лежать в пределах 2-5,5 В постоянного напряжения. Если на каком-то выводе напряжение отличается, значит, скорее всего, "виновата" материнская плата. Если же напряжения лежат в указанных пределах, а клавиатура не работает, следует сначала проверить кабель, а уже затем проверять клавиатуру.

11.4 Контроллер клавиатуры PC/AT 8042

Программируемый микроконтроллер i8042 применяется в машинах класса AT. Его встроенное программное обеспечение хранится обычно в масочном внутреннем ПЗУ и не допускает изменения, в чем, собственно, и нет необходимости. Эта программа обеспечивает выработку запроса прерывания по приему скан-кода от клавиатуры и обработку управляющих команд от центрального процессора. Кроме управления клавиатурой, через программно-управляемые и программно-читаемые линии внешних портов контроллера формируются сигналы управления вентилем Gate A20, аппаратного системного сброса и считываются сигналы от конфигурационных джамперов системной платы. Контроллер 8242В, кроме интерфейса клавиатуры, поддерживает и аналогичный интерфейс дополнительного устройства, например PS/2-Mouse.

Контроллер расположен в пространстве ввода/вывода по адресам 60h и 64h, причем по чтению скан-кода клавиатуры из порта 60h сохраняется совместимость с PC/XT. Назначение регистров контроллера клавиатуры приведено в табл. 1. Регистр данных контроллера в режиме записи используется для подачи команд, относящихся к клавиатуре и собственно контроллеру. Признаком готовности контроллера к восприятию команд является нулевое значение бита 1 регистра состояния (порт 064h).

Общие команды контроллера 8042:

- DFh - разрешить управление линией A20;
- DDh - запретить управление линией A20;
- D1h - запись в порт вывода 8042;
- D0h - чтение порта вывода 8042;
- C0h - чтение порта ввода 8042;
- AEh - разрешение клавиатуры;
- ADh - запрещение клавиатуры;
- ACh - чтение ОЗУ контроллера;
- AVh - тест синхронизации и данных;
- AAh - внутренний тест контроллера;
- 60h - запись в контроллер
- 20h - чтение контроллера.

Команды управления клавиатурой АТ:

- FF - Reset - сброс и тест клавиатуры;
- FE - Resend - повтор последней передачи;
- FB-FD - Set Key Types - установка автоповтора отдельных клавиш;
- F7-FA - Set All Keys - установка операции автоповтора клавиатуры;
- F6 - Set Default - сброс в начальное состояние и разрешение сканирования;
- F5 - Default Disable - сброс в начальное состояние и запрет сканирования;
- F4 - Enable KB - клавиатура ответит байтом подтверждения АСК и продолжит сканирование;
- F3 - Set Typematic Rate/Delay - задание задержки и частоты повтора кодов. Последующий байт данных имеет следующий формат:
 - Бит 7=0;
 - Биты | 6:5 | - задержка, мс: 00=250, 01=500, 10=750, 11=1000;
 - Биты | 4:0 | =00-1Fh - скорость повторов, 1/с:
 - 00h=30,0 08h=15,0 0Ah=12,0 12h=6,0;
 - 01h=26,7 09h=13,3 0Ch=10,0 14h=5,0;
 - 02h=24,0 05h=18,5 0Dh=9,2 17h=4,0;
 - 03h=21,8 06h=17,1 0Fh=8,0 1Ah=3,0;
 - 04h=20,0 07h=16,0 10h=7,5 1Fh=2,0.
- F2 - Read ID Code запрос на 2-байтный идентификатор;
- EE - Echo - эхо-диагностика: возвращает 0EEh;
- ED - Set/Reset Mode Indicators - управление индикаторами клавиатуры. Последующий байт данных:
 - Бит 0: 1=включить Scroll Lock;
 - Бит 1: 1=включить Num Lock;
 - Бит 2: 1=включить Caps Lock;
 - AD - запрет сканирования;
 - AE - разрешение сканирования.

Из регистра данных контроллера кроме скан-кодов возможно получение ответов на команды, префикса кода отпуская клавиши (FO) или кодов особых случаев. Коды особых случаев:

- FA - АСК - подтверждение приема команды.
- AA - Test OK - внутренний тест прошел.
- FD - Diag. Failure - ошибка внутреннего теста.
- EE - Echo Response - ответ на эхо-команду.
- 00, FF - Buffer Error - переполнение буфера или неидентифицированная клавиша /3,9/.

11.5 Принципы работы клавиатуры

Клавиатура включает в себя матрицу быстродействующих кнопочных контактов и 8-ми разрядную однокристалльную микроЭВМ 8048 со встроенным ПЗУ емкостью 2К.

Каждый раз при нажатии клавиши замыкается контакт, находящийся на пересечении строки X и колонки Y матрицы. Сигнал, который при этом вырабатывается, читается процессором 8048 и преобразуется в специальный код, называемый кодом сканирования, который посылается для интерпретации центральному процессору. Каждые 3-5 мс ИС 8048 сканирует матрицу клавиатуры, проверяя колонки по одной, проверяя, какая из линий имеет низкий уровень. Сначала сканируется первая колонка, и состояние контактов каждого ряда в этой колонке читается и сохраняется в памяти. Если замкнуть контакт, то эта точка /пересечение колонки и строки/ будет иметь потенциал 0 вольт. Сканирование продолжается, пока не будут прочитаны все четыре колонки. Каждый код сканирования запоминается в буфере ИС 8048. Таким образом, этот буфер отражает состояние всей клавиатуры.

На этом сканирование не прекращается. Далее матрица проверяется на наличие "фантомного состояния контактов" /несколько контактов в прямоугольной области матрицы нажаты одновременно и закодированы неверно/. Если два замкнутых контакта находятся в одной колонке, и одна из двух строк, содержащих замкнутый контакт, имеет еще один замкнутый контакт, возникает "фантомное состояние контакта". Такое состояние распознается ИС 8048 и обычно игнорируется.

Принимаются только "законные" нажатия клавиш /включая двойные и тройные комбинации, когда одна или две клавиши замкнуты, а третья нажимается. Поскольку процесс сканирования выполняется за 3-5 мс, а интервал между нажатиями клавиш составляет 20-50 мс, то матрица сканируется по крайней мере однажды за это время, и неправильный ввод отбрасывается.

Во время сканирования, когда воспринимается замыкание контакта, процессор 8048 ждет несколько миллисекунд, чтобы дать возможность замыканию зафиксироваться. Одна из трудностей при работе с механическими переключателями /клавишами/ состоит в том, что они не замыкаются сразу. Электрически они "подпрыгивают" /переходные процессы/ несколько раз прежде, чем будет достигнут плотный контакт.

Этот "дребезг" дает шумовые выбросы, которые могут быть интерпретированы как значимые сигналы, вызывая такие эффекты, как появление четырех или пяти повторений символа от одного нажатия клавиши.

Чтобы учесть это, процессор 8048 дает небольшую (несколько миллисекунд) задержку, прежде, чем закодировать нажатие клавиши и послать прерывание.

Каждое нажатие клавиши вырабатывает свой код. Специальные функции и символы верхнего регистра можно получить нажатием клавиш Shift, Ctrl, Alt и одного или более символов. BIOS центрального процессора

проверяет наличие сигнала специальной клавиши (Shift/Ctrl/Alt) при нажатии других клавиш. Этот сигнал и код сканирования символьной клавиши в результате порождают специальную функцию или символ верхнего регистра.

Процессор 8048 вырабатывает код сканирования при нажатии клавиши и при ее освобождении.

Если держать клавишу нажатой более половины секунды, то 8048 вырабатывает соответствующий код сканирования 10 раз за каждую секунду.

8048 сообщает схеме ввода с клавиатуры в компьютере о своей готовности послать код сканирования клавиши тем, что выдает логическую единицу на своей линии KBD DATA в течение 0,2 мс. Потом он выталкивает 8-ми битную последовательность кода сканирования, начиная с младшего бита, каждый бит через 0,1 мс.

Схема обработки кодов клавиатуры.

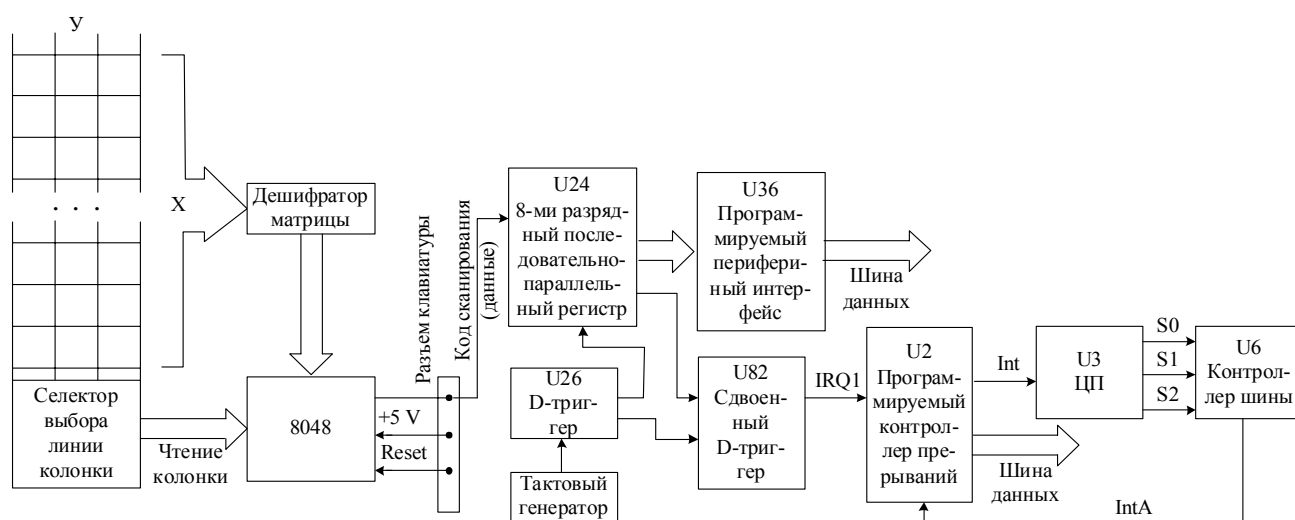


Рисунок 11.2 – Схема клавиатуры

U2 - программируемый контроллер прерываний:

8259 (U2) - программируемый контроллер прерываний. Каждый раз, когда периферийному устройству необходимо связаться с центральным процессором (ЦП), оно требует прервать работу ЦП, посылая сигнал на контроллер прерывания 8259 (U2). Этот контроллер посылает сигнал прерывания INT на вход ЦП, заставляя ЦП прервать работу и обратиться по специальному адресу к подпрограмме обработки прерывания. ЦП также выдает специальный код на контроллер шины 8288 (U6), вызывая появление сигнала подтверждения прерывания (INTA). Программируемый контроллер прерываний U2 имеет восемь входов (IRQ0, IRQ1, ..., IRQ7) линий запросов прерываний. Эти входы обрабатываются контроллером U2 в специальном приоритетном порядке. Вход с номером 0 имеет высший приоритет. Если два запроса прерываний приходит на U2 одновременно, то запрос на прерывание с номером входа ближним к нулю, получит приоритет и будет обработан первым. Когда запрос на прерывание воспринимается U2, устройство вырабатывает сигнал прерывания INT, который посылается на ЦП. Если

прерывание принимается (прием можно запретить с помощью программной команды), ЦП посылает код на контроллер шины 8288 (U6), в результате чего сигнал подтверждения прерывания (INTA) возвращается на U2. После считывания INTA U2 выводит восьми - битовый вектор прерываний на шину данных. Это приводит к тому, что U2 посылает сигнал, отключающий системный буфер шины данных, и это приводит к тому, что U2 может управлять шиной данных.

U3 - центральный процессор;

U6 - контроллер шины;

U24 - восьмиразрядный последовательно-параллельный регистр;

U26 - D-триггер (делитель промежуточной частоты);

U36 - программируемый периферийный интерфейс (ППИ):

8255 ППИ (U36) - периферийное устройство с адресуемым интерфейсом шины данных, управляемый квитируемыми линиями (специальными коммуникационными сигналами). Со стороны ввода/вывода ППИ (U36) имеет три программируемых восьми битовых порта. Два порта ("А" и "В") могут работать или как порт ввода или как порт вывода. Третий порт "С" может работать как на ввод, так и на вывод. В зависимости от состояния седьмого бита порта "В", порт "А" считывает состояние либо переключателя системной платы (SWI), либо клавиатуры. Порт "В" используется, чтобы разрешить программируемому таймеру 8253 (U34) включить сигнал громкоговорителя и разрешить проверку правильности ОЗУ, называемую контролем по четности.

U82 - сдвоенный D-триггер.

Сигнал от 8048 задерживается, а затем тактируется на ИС 74LS175 U26 (4 D-триггера), чтобы выработать синхронизированный входной сигнал на 74LS322 (U24), представляющий собой 8-разрядный последовательно-параллельный регистр.

Когда последний бит 8-разрядного кода сканирования последовательно сдвинется в U24, тот выработает сигнал на своей ОН' линии. Этот сигнал попадает на вход данных сдвоенного D-триггера 74LS74 (U82). Когда следующий входной тактовый сигнал с U26 попадает на U82, триггер выдаст сигнал запроса на прерывание IRQ1.

Запрос на прерывание IRQ1 посылает программируемому контроллеру прерываний 8259 (U2), который генерирует сигнал прерывания INT. Сигнал INT воспринимается центральным процессором. ЦП останавливается, выясняя, в чем дело, и дает подтверждение запроса на прерывание, посылая код на свои линии S0-S2 к контроллеру шины 8288. Контроллер шины 8288 отвечает генерацией сигнала подтверждения прерывания INTA, который возвращается на 8259 /U2/. Контроллер прерываний 8259 затем выставляет вектор прерывания (INT9) на шину данных, и процессор (ЦП) вызывает программу обработки прерывания INT9 из BIOS. INT9 приводит к считыванию кода сканирования в порт А ППИ 8255 (U36). Код сканирования преобразуется программой BIOS'a в ASCII-код для выбора символа. Код сканирования и код символа (ASCII) хранятся в 16-символьном буфере. INT9 также сбрасывает

запрос на прерывание, так что становится возможным появление другого системного прерывания.

ASCII символ и код сканирования для одного нажатия клавиши считываются из буфера другим прерыванием (INT16) & сигнал INT16 вызывается программой или операционной системой. Когда программа, выполняемая на компьютере, или операционная система ждет ввода, который требует работы с клавиатурой, то вырабатывается сигнал INT16. Он заставляет BIOS выполнить программу ввода/вывода с клавиатуры. Программа ввода/вывода читает буфер клавиатуры, пока не найдет код символа. Тогда она помещает каждый код (ASCII и сканирования) в регистр ЦП. Затем подпрограмма считывает статус данных для определения, не нажаты ли специальные клавиши (Shift, Ctrl, Alt). Наконец, она посылает ASCII код символа вызывающей его программе. Эта программа использует символ как символьную строку или числовой ввод, смотря по назначению, и посылает символ на активное устройство вывода (экран или принтер), где можно видеть, какой символ нажат.

11.6 Вопросы

1. Какие типы клавиатур используются в настоящее время?
2. Что используется в качестве датчиков нажатия клавиш?
3. Для чего используется внутренний контроллер клавиатуры?
4. Что представляет собой системная поддержка клавиатуры и для чего она нужна?
5. Что представляет собой интерфейс клавиатуры и для чего он нужен?
6. Какие конструктивные варианты разъемов используются при подключении клавиатуры?
7. Что представляет собой контроллер клавиатуры PC/AT 8042?
8. Как работает клавиатура (схема, назначение элементов)?
9. Что такое «фантомное» состояние, «дребезг» и «законные» нажатия контактов?
10. Как работает схема обработки кодов клавиатуры?
11. Для чего используется восьмиразрядный последовательно-параллельный регистр и программируемый периферийный интерфейс?
12. Какое время занимает процесс сканирования матрицы клавиатуры (интервал между нажатиями клавиш составляет 20-50 мс) и для чего?

12 Видеоадаптеры

Стандартные типы видеоадаптеров.

MDA (Monochrome Display Adapter – монохромный адаптер дисплея) – простейший видеоадаптер, применявшийся в первых IBM PC. Работает в текстовом режиме с разрешением 80x25 (столбцов-строк, матрица символа - 9x14), поддерживает 5 атрибутов текста: обычный, яркий, инверсный, подчеркнутый и мерцающий. Частота строчной развертки 15 КГц.

HGC (Hercules Graphics Card - графическая карта Hercules) - расширение MDA с графическим режимом 720x348, разработанное фирмой Hercules.

CGA (Color Graphics Adapter - цветной графический адаптер) - первый адаптер с графическими возможностями. Работает либо в текстовом режиме с разрешениями 40x25 и 80x25 (матрица символа - 8x8), либо в графическом с разрешениями 320x200 или 640x200. В текстовых режимах доступно 256 атрибутов символа - 16 цветов символа и 16 цветов фона (либо 8 цветов фона и атрибут мигания), в графических режимах доступно четыре палитры по четыре цвета каждая в режиме 320x200, режим 640x200 - монохромный. Вывод информации на экран требовал синхронизации с разверткой, в противном случае возникали конфликты по видеопамяти, проявляющиеся в виде "снега" на экране Частота строчной развертки - 15 КГц Интерфейс с монитором - цифровой: сигналы синхронизации, основной видеосигнал (три канала - красный, зеленый, синий), дополнительный сигнал яркости.

EGA (Enhanced Graphics Adapter - улучшенный графический адаптер) - дальнейшее развитие CGA, примененное в первых PC AT, Добавлено разрешение 640x350, что в текстовых режимах дает формат 80x25 при матрице символа 8x14 и 80x43 - при матрице 8x8. Количество одновременно отображаемых цветов - по-прежнему 16, однако палитра расширена до 64 цветов (по два разряда яркости на каждый цвет). Введен промежуточный буфер для передаваемого на монитор потока данных, благодаря чему отпала необходимость в синхронизации при выводе в текстовых режимах, структура видеопамяти сделана на основе так называемых битовых плоскостей - "слоев", каждый из которых в графическом режиме содержит биты только своего цвета, а в текстовых режимах по плоскостям разделяются собственно текст и данные знакогенератора. Совместим с MDA и CGA. Частоты строчной развертки - 15 и 18 КГц Интерфейс с монитором - цифровой: сигналы синхронизации, видеосигнал (по две линии на каждый из основных цветов)

MCGA (Multicolor Graphics Adapter - многоцветный графический адаптер) - введен фирмой IBM в ранних моделях PS/2. Добавлено разрешение 640x400 (текст), что дает формат 80x25 при матрице символа 8x16 и 80x50 - при матрице 8x8. Количество воспроизводимых цветов увеличено до 262144 (по 64 уровня на каждый из основных цветов).

VGA (Video Graphics Array – массив визуальной графики) расширение MCGA совместимое с EGA, введен фирмой IBM в средних моделях PS/2. Фактический стандарт видеоадаптера с конца 80-х годов. Добавлен текстовый режим 720x400 для эмуляции MDA и графический режим 640x480 с доступом через битовые плоскости. В режиме 640x480 используется так называемая квадратная точка (соотношение количества точек по горизонтали и вертикали совпадает со стандартным соотношением сторон экрана - 4:3). Совместим с MDA, CGA и RGA, интерфейс с монитором идентичен MCGA.

SVGA (Super VGA - "сверх" VGA) - расширение VGA с добавлением более высоких разрешений и дополнительного сервиса. Видеорежимы добавляются из ряда 800x600, 1024x768, 1152x864, 1280x1024, 1600x1200 - все с соотношением 4:3. Цветовое пространство расширено до 65536 (High Color) или 167 млн (True Color). Также добавляются расширенные текстовые режимы формата 132x25- 132x43, 132x50. Из дополнительного сервиса добавлена поддержка VBE. Фактический стандарт видеоадаптера примерно с 1992 г.

Устройство типовой видеокарты.

Она состоит из четырех основных устройств: памяти, контроллера, ЦАП и ПЗУ.

Видеопамять служит для хранения изображения. От ее объема зависит максимально возможное полное разрешение видеокарты - $A*B*C$, где A - количество точек по горизонтали, B - по вертикали, и C - количество возможных цветов каждой точки. Например, для разрешения 640x480x16 достаточно 256 Кб, для 800x600x256 - 512 Кб, для 1024x768x65536 (другое обозначение - 1024x768x64k) - 2 Мб, и т.д. Поскольку для хранения цветов отводится целое число разрядов, количество цветов всегда является степенью двойки (16 цветов - 4 разряда, 256 - 8 разрядов, 64k - 16, и т.д.).

Видеоконтроллер отвечает за вывод изображения из видеопамяти, регенерацию ее содержимого, формирование сигналов развертки для монитора и обработку запросов центрального процессора. Для исключения конфликтов при обращении к памяти со стороны видеоконтроллера и центрального процессора первый имеет отдельный буфер, который в свободное от обращений ЦП время заполняется данными из видеопамяти. Если конфликта избежать не удастся - видеоконтроллеру приходится задерживать обращение ЦП к видеопамяти, что снижает производительность системы: для исключения подобных конфликтов в ряде карт применялась так называемая двухпортовая память, допускающая одновременные обращения со стороны двух устройств.

Многие современные видеоконтроллеры являются потоковыми - их работа основана на создании и смешивании воедино нескольких потоков графической информации. Обычно это основное изображение, на которое накладывается изображение аппаратного курсора мыши и отдельное изображение в прямоугольном окне. Видеоконтроллер с потоковой обработкой, а также с аппаратной поддержкой некоторых типовых функций.

называется акселератором или ускорителем, и служит для разгрузки ЦП от рутинных операций по формированию изображения

ЦАП (цифроаналоговый преобразователь - DAC) служит для преобразования результирующего потока данных, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на монитор. Все современные мониторы используют аналоговый видеосигнал, поэтому возможный диапазон цветности изображения определяется только параметрами ЦАП. Большинство ЦАП имеют разрядность 8x3 - три канала основных цветов (красный, синий, зеленый. RGB) по 256 уровней яркости на каждый цвет, что в сумме дает 16.7 млн цветов. Обычно ЦАП совмещен на одном кристалле с видеоконтроллером

Видео-ПЗУ - постоянное запоминающее устройство, в которое записаны видео-BIOS, экранные шрифты служебные таблицы и т.п. ПЗУ не используется видеоконтроллером напрямую - к нему обращается только центральный процессор. ПЗУ необходимо только для первоначального запуска адаптера и работы в режиме MS DOS; операционные системы с графическим интерфейсом - Windows или OS/2 - практически не используют ГПУ для управления адаптером.

Принцип работы видеоадаптера.

Прежде чем стать изображением на мониторе, двоичные цифровые данные обрабатываются центральным процессором, затем через шину данных направляются в видеоадаптер, где они обрабатываются и преобразуются в аналоговые данные и уже после этого направляются в монитор и формируют изображение. Сначала данные в цифровом виде из шины попадают в видеопроцессор, где они начинают обрабатываться. После этого обработанные цифровые данные направляются в видеопамять, где создается образ изображения, которое должно быть выведено на дисплее. Затем, все еще в цифровом формате, данные, образующие образ, передаются в RAMDAC, где они конвертируются в аналоговый вид и после чего передаются в монитор, на котором выводится требуемое изображение.

Таким образом, почти на всем пути следования цифровых данных над ними производятся различные операции преобразования, сжатия и хранения. Оптимизируя эти операции, можно добиться повышения производительности всей видеоподсистемы. Лишь последний отрезок пути, от RAMDAC до монитора, когда данные имеют аналоговый вид, их нельзя оптимизировать.

Рассмотрим подробнее этапы следования данных от центрального процессора системы до монитора:

1. Скорость обмен данными между CPU и графическим процессором напрямую зависит от частоты, на которой работает шина, через которую передаются данные. Рабочая частота шины зависит от чипсета материнской платы. Для видеоадаптеров оптимальными по скорости являются шина PCI и AGP. При существующих версиях чипсетов шина PCI может иметь рабочие частоты от 25Mhz до 66MHz, иногда до 83Mhz (обычно 33MHz), а шина AGP работает на частотах 66MHz и 133MHz. Чем выше

рабочая частота шины, тем быстрее данные от центрального процессора системы пойдут до графического процессора видеоадаптера.

2. Ключевой момент, влияющий на производительность видеоподсистемы, вне зависимости от специфических функций различных графических процессоров, это передача цифровых данных, обработанных графическим процессором, в видеопамять, а оттуда в RAMDAC. Самое узкое место любой видеокарты - это видеопамять, которая непрерывно обслуживает два главных устройства видеоадаптера, графический процессор и RAMDAC, которые вечно перегружены работой. В любой момент, когда на экране монитора происходят изменения (иногда они происходят в непрерывном режиме, например движение указателя мыши, мигание курсора в редакторе и т.д.), графический процессор обращается к видеопамети. В то же время RAMDAC должен непрерывно считывать данные из видеопамети, чтобы изображение не пропало с экрана монитора. Поэтому, чтобы увеличить производительность видеопамети, производители применяют различные технические решения. Например, используют различные типы памяти, с улучшенными свойствами и продвинутыми возможностями, например VRAM, WRAM, MDRAM, SGRAM. или увеличивают ширину шины данных, по которой графический процессор или RAMDAC обмениваются информацией с видеопаметью, используя 12 разрядную, 64 разрядную или 128 разрядную видеошину.

Чем более высокое разрешение экрана используется и чем больше глубина представления цвета, тем больше данных требуется передать из графического процессора в видеопаметь и тем быстрее данные должны считываться RAMDAC для передачи аналогового сигнала в монитор. Для нормальной работы видеопаметь должна быть постоянно доступна для графического процессора и RAMDAC, которые должны постоянно осуществлять чтение и запись.

В нормальных условиях доступ RAMDAC к видеопамети на максимальной частоте возможен лишь после того, как графический процессор завершит обращение к памяти (операцию чтения или записи), т.е. RAMDAC вынужден дожидаться, когда наступит его очередь обратиться с запросом к видеопамети для чтения и наоборот.

Конструктивное исполнение.

Видеоадаптеры EGA и VGA условно делятся на шесть логических блоков, описание которых приведены ниже:

1 Видеопаметь. В видеопамети размещаются данные, отображаемые адаптером на экране дисплея. Для SVGA видеопаметь обычно имеет объем от 1 Мбайт и более (до 512 Мбайт). Видеопаметь находится в адресном пространстве процессора и программы могут непосредственно производить с ней обмен данными. Физически видеопаметь разделена на четыре банка, или цветовых слоя, использующих совместное адресное пространство

2 Графический контроллер. Посредством его происходит обмен данными между центральным процессором и видеопаметью. Аппаратура графического контроллера позволяет производить над данными,

поступающими в видеопамять и расположенными в регистрах-защелках простейшие логические операции.

3 Последовательный преобразователь. Выбирает из видеопамати один или несколько байт преобразует их в поток битов, затем передает их контроллеру атрибутов.

4 Контроллер ЭЛТ. Контроллер генерирует временные синхросигналы, управляющие ЭЛТ.

5 Контроллер атрибутов. Преобразует информацию о цветах из формата в котором она хранится в видеопамати, в формат, необходимый для ЭЛТ.

6 Синхронизатор. Управляет всеми временными параметрами видеоадаптера. Синхронизатор также управляет доступом процессора к цветовым слоям видеоадаптера.

Видеоускорители (акселераторы).

Ускоритель (accelerator) - набор аппаратных возможностей адаптера, предназначенный для перекладывания части типовых операций по работе с изображением на встроенный процессор адаптера. Различаются ускорители графики (graphics accelerator) с поддержкой изображения отрезков, простых фигур, заливки цветом и ускорители анимации (video accelerators) - с поддержкой масштабирования элементов изображения и преобразования цветового пространства.

Структурная схема видеоадаптера sVGA.

Видеоадаптер содержит следующие элементы:

- видеопамать;
- ROM Video BIOD;
- контроллер ЭЛТ;
- графический контроллер;
- контроллер атрибутов;
- секвенсор;
- RAMDAC;
- синхронизатор;
- тактовый генератор;
- интерфейс с шиной ввода-вывода;
- 15 контактный D-образный разъем для подключения монитора.

Видеопамать. Специализированное ОЗУ, размещенное на плате видеоадаптера. Предназначено для хранения цифрового образа формируемого изображения. Современные видеоадаптеры могут использовать для работы как свою собственную память, так и оперативную память РС (видеопамать таких адаптеров называют локальной). Важной характеристикой видеопамати является ее пропускная способность, определяемая как произведение разрядности шины видеопамати на тактовую частоту шины. Пропускная способность видеопамати измеряется количеством Мбайт информации, которую можно передать через шину за 1 секунду. В современных

видеоадаптерах используется 64 или 128 – разрядная внутренняя шина и тактовые частоты от 100 МГц.

Типы видеопамяти, использующиеся в видеоадаптерах.

FPM DRAM (Fast Page Mode Dynamic RAM - динамическое ОЗУ с быстрым страничным доступом) - основной тип видеопамяти, идентичный используемой в системных платах. Использует асинхронный доступ, при котором управляющие сигналы жестко не привязаны к тактовой частоте системы. Активно применялся примерно до 1996 г. Наиболее распространенные микросхемы FPM DRAM - 4-разрядные DIP и SOJ, а также - 16-разрядные SOJ.

VRAM (Video RAM - видеоОЗУ) - так называемая двух портовая DRAM. Этот тип памяти обеспечивает доступ к данным со стороны сразу двух устройств, т.е. есть возможность одновременно писать данные в какую-либо ячейку памяти, и одновременно с этим читать данные из какой-нибудь соседней ячейки. За счет этого позволяет совмещать во времени вывод изображения на экран и его обработку в видеопамяти, что сокращает задержки при доступе и увеличивает скорость работы, т.е. RAMDAC может свободно выводить на экран монитора раз за разом экранный буфер ничуть не мешая видео чипу осуществлять какие-либо манипуляции с данными. Но однако это все та же DRAM и скорость у нее не слишком высокая.

WRAM (Window RAM) - вариант VRAM, с увеличенной на ~25% пропускной способностью и поддержкой некоторых часто применяемых функций, таких как отрисовка шрифтов, перемещение блоков изображения и т.п. Применяется практически только на акселераторах фирм Matrox и Number Nine, поскольку требует специальных методов доступа и обработки данных, наличие всего одного производителя данного типа памяти (Samsung) сильно сократило возможности ее использования. Видеоадаптеры построенные с использованием данного типа памяти не имеют тенденции к падению производительности при установке больших разрешений и частот обновления экрана, на однопортовой же памяти в таких случаях RAMDAC все большее время занимает шину доступа к видеопамяти и производительность видеоадаптера может сильно упасть.

EDO DRAM (Extended Data Out DRAM - динамическое ОЗУ с расширенным временем удержания данных на выходе) - тип памяти с элементами конвейеризации, позволяющий несколько ускорить обмен блоками данных с видеопамятью.

SDRAM (Synchronous Dynamic RAM - синхронное динамическое ОЗУ) фактически вытеснил EDO DRAM и другие асинхронные однопортовые типы памяти. После того, как произведено первое чтение из памяти или первая запись в память, последующие операции чтения или записи происходят с нулевыми задержками. Этим достигается максимально возможная скорость чтения и записи данных. Максимальная скорость работы 143MHz (время цикла 7ns).

SGRAM (Synchronous Graphics RAM - синхронное графическое ОЗУ) вариант DRAM с синхронным доступом. В принципе, работа SGRAM

полностью аналогична SDRAM, но дополнительно поддерживаются еще некоторые специфические функции, типа блоковой и масочной записи. В отличие от VRAM и WRAM, SGRAM является однопортовой, однако может открывать две страницы памяти как одну, эмулируя двухпортовость других типов видеопамяи.

MDRAM (Multibank DRAM - много банковое ОЗУ) - вариант DRAM разработанный фирмой MoSys, организованный в виде множества независимых банков объемом по 32КБ каждый, работающих в конвейерном режиме. Единственными чипами использующим этот тип памяти является семейство Tsing ET6x00.

RDRAM (RAMBus DRAM) память использующая специальный канал передачи данных (Rambus Channel), представляющий собой шину данных шириной в один байт. По этому каналу удается передавать информацию очень большими потоками, наивысшая скорость передачи данных для одного канала на сегодняшний момент составляет 1600МВ/сек (частота 800MHz, данные передаются по обеим срезам импульса). На один такой канал можно подключить несколько чипов памяти. Контроллер этой памяти работает с одним каналом Rambus, на одном чипе логики можно разместить четыре таких контроллера, значит теоретически можно поддерживать до 4 таких каналов, обеспечивая максимальную пропускную способность в 6.4GB/сек. На сегодняшний момент этот тип памяти обеспечивает наивысшую пропускную способность на один чип памяти среди всех остальных типов памяти.

Video BIOS. Фактически это набор подпрограмм, написанных в кодах команд ЦП и предназначенных для реализации основных функций видеосистемы (смена видеорежима, обмен данными с кадровым буфером (кадровым буфером называется часть видеопамяи, используемого для хранения цифрового изображения), управление курсором и т.д.). Video BIOS хранится в специальном ПЗУ, его емкость составляет от 32 Кбайт и выше.

Контроллер ЭЛТ.

Контроллер ЭЛТ формирует сигналы горизонтальной и вертикальной синхронизации, сигналы чтения-записи видеопамяи и т.д. Эти сигналы формируются таким образом, что движение луча по экрану ЭЛТ осуществляется синхронно с процессом сканирования ячеек видеопамяи, причем цвет пиксела на экране соответствует значению, содержащемуся в соответствующей ячейке кадрового буфера. Работа контроллера ЭЛТ синхронизируется сигналами одного из тактовых генераторов. Контроллер ЭЛТ имеет 26 регистров, доступных ЦП для чтения и записи.

Графический контроллер. Предназначен для управления обменом данными между ЦП и видеопамяи. Он помогает ЦП выполнять следующие операции: запись (считывание) пиксела по заданному адресу, модификация цвета пиксела, считывание из кадрового буфера кода пиксела.

Секвенсер.

Секвенсер или указатель последовательности, предназначен для генерации сигналов, необходимых для сканирования видеопамяи. Он обеспечивает последовательную адресацию и считывание содержимого ячеек

видеопамяти и передачу их содержимого в контроллер атрибутов и далее RAMDAC. Работа секвенсера синхронизируется стробирующими сигналами, формируемыми контроллером ЭЛТ.

Контроллер атрибутов.

Предназначен для управления цветом изображения, выводимого на экран монитора. Он преобразует условный 4-разрядный номер цвета пиксела, хранящийся в видеопамяти в 8-разрядный номер регистра RAMDAC, содержащий 18-ти разрядный код отображаемого символа. С выхода контроллера атрибутов данные поступают на RAMDAC видеоадаптера.

RAMDAC.

Основная задача RAMDAC (цифро-аналоговый преобразователь данных, хранящихся в его регистрах) – преобразование кода цвета пиксела в аналоговый сигнал. RAMDAC включает: трехканальный 12 разрядный ЦАП; 256 18-разрядных регистров цвета; выходной 18-ти разрядный регистр цвета, выходы которого соединены с соответствующими входами ЦАП; схему адресации. Работа ЦАП синхронизируется сигналом тактового генератора видеоадаптера. Оттенок цвета текущего пиксела определяется кодом, записанным в выходной регистр цвета /3,4,6,8/.

Синхронизатор.

Управляет доступом ЦП к кадровому буферу.

Тактовые генераторы.

Работа всех устройств видеоадаптера синхронизируется сигналом Dot Clock или производными от него тактовыми сигналами.

Интерфейс с шиной ввода-вывода.

Видеоадаптер вставляется в 32-х (64-х) битовый слот шины PCI и поэтому снабжен специнтерфейсом, выполняющим следующие функции:

- согласование разрядности внутренней шины видеоадаптера и 32-х (64) разрядной шины PCI компьютера;
- согласование частот тактовых сигналов видеоадаптера и шины PCI.

12.1 Вопросы

1. Назовите стандартные типы видеоадаптеров?
2. Из каких компонент состоит типовая видеокарта (назначение памяти, контроллера, ЦАП и ПЗУ)
3. Принцип работы видеоадаптера?
4. На какие шесть логических блоков условно делятся видеоадаптеры EGA и VGA?
5. Для чего используются видеоускорители (акселераторы)?
6. Из каких блоков состоит структурная схема видеоадаптера sVGA?
7. Какие типы видеопамяти, используются в видеоадаптерах?
8. Какие контроллеры используются в видеоадаптерах?

13 Мониторы

13.1 Классификация по способу формирования изображения

По этому принципу мониторы делятся на:

- ЭЛТ-мониторы;
- ЖК-мониторы;
- катодолюминисцентные мониторы;
- светодиодные;
- газоразрядные или плазменные индикаторы;
- тонкопленочные электролюминесцентные панели.

ЭЛТ-мониторы (мониторы с электронно-лучевой трубкой CRT - Cathode Ray Tube). Этот тип мониторов позволяет создание изображения с максимальной контрастностью, яркостью и цветностью. Их недостатки – высокое потребление электроэнергии и вред, наносимый здоровью.

В качестве основного элемента формирования изображения используется кинескоп. Для создания изображения в ЭЛТ-мониторе используется электронная пушка, откуда под действием сильного электростатического поля исходит поток электронов. Сквозь металлическую маску или решетку они попадают на внутреннюю поверхность стеклянного экрана монитора, которая покрыта разноцветными люминофорными точками. Поток электронов (луч) может отклоняться в вертикальной и горизонтальной плоскости, что обеспечивает последовательное попадание его на все поле экрана. Отклонение луча происходит посредством отклоняющей системы. Отклоняющие системы подразделяются на седловидно-тороидальные и седловидные. Последние предпочтительнее, поскольку создают пониженный уровень излучения.

Отклоняющая система состоит из нескольких катушек индуктивности, размещенных у горловины кинескопа. С помощью переменного магнитного поля две катушки создают отклонение пучка электронов в горизонтальной плоскости, а другие две - в вертикальной. Изменение магнитного поля возникает под действием переменного тока, протекающего через катушки и изменяющегося по определенному закону (это, как правило, пилообразное изменение напряжения во времени), при этом катушки придают лучу нужное направление.

Частота перехода на новую линию называется частотой горизонтальной (или строчной) развертки. Частота перехода из нижнего правого угла в левый верхний называется частотой вертикальной (или кадровой) развертки. Амплитуда импульсов перенапряжения на катушках строчной развертки возрастает с частотой строк, поэтому этот узел оказывается одним из самых напряженных мест конструкции и одним из главных источников помех в широком диапазоне частот. Мощность, потребляемая узлами строчной развертки, также является одним из серьезных факторов учитываемых при проектировании мониторов.

После отклоняющей системы поток электронов на пути к фронтальной части трубки проходит через модулятор интенсивности и ускоряющую систему, работающие по принципу разности потенциалов. В результате электроны приобретают большую энергию, часть из которой расходуется на свечение люминофора.

Электроны попадают на люминофорный слой, после чего энергия электронов преобразуется в свет, т.е. поток электронов заставляет точки люминофора светиться. Эти светящиеся точки люминофора формируют изображение, которое вы видите на вашем мониторе. Как правило, в цветном CRT мониторе используется три электронные пушки, в отличие от одной пушки, применяемой в монохромных мониторах, которые сейчас практически не производятся.

В зависимости от конструкции такой маски, а так же формы и расположения отверстий, сделанных в ней, ЭЛТ может быть трёх типов.

Теневая маска (shadow mask) - это самый распространенный тип масок, она применяется со времени изобретения первых цветных кинескопов. Поверхность у кинескопов с теневой маской обычно сферической формы (выпуклая). Это сделано для того, чтобы электронный луч в центре экрана и по краям имел одинаковую толщину. Теневая маска состоит из металлической пластины с круглыми отверстиями, которые занимают примерно 25% площади. Находится маска перед стеклянной трубкой с люминофорным слоем. Как правило, большинство современных теневых масок изготавливают из инвара. Инвар (InVar) - магнитный сплав железа [64%] с никелем [36%]. Этот материал имеет предельно низкий коэффициент теплового расширения, поэтому, несмотря на то, что электронные лучи нагревают маску, она не оказывает отрицательного влияния на чистоту цвета изображения. Отверстия в металлической сетке работают как прицел (хотя и не точный), именно этим обеспечивается то, что электронный луч попадает только на требуемые люминофорные элементы и только в определенных областях. Теневая маска создает решетку с однородными точками (еще называемыми триады), где каждая такая точка состоит из трех люминофорных элементов основных цветов - зеленого, красного и синего - которые светятся с различной интенсивностью под воздействием лучей из электронных пушек. Изменением тока каждого из трех электронных лучей можно добиться произвольного цвета элемента изображения, образуемого триадой точек.

Одним из "слабых" мест мониторов с теневой маской является ее термическая деформация. Часть лучей от электронно-лучевой пушки попадает на теневую маску, вследствие чего происходит нагрев и последующая деформация теневой маски. Происходящее смещение отверстий теневой маски приводит к возникновению эффекта пестроты экрана (смещения цветов RGB).

Недостатки теневой маски: во-первых, это малое соотношение пропускаемых и задерживаемых маской электронов (только около 20-30% проходит через маску), что требует применения люминофоров с большой светоотдачей, а это в свою очередь ухудшает монохромность свечения, уменьшая диапазон цветопередачи, а во-вторых, обеспечить точное совпадение

трех не лежащих в одной плоскости лучей при отклонении их на большие углы довольно трудно.

Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета в соседних строках называется шагом точек (dot pitch) и является индексом качества изображения. Шаг точек обычно измеряется в миллиметрах (мм). Чем меньше значение шага точек, тем выше качество воспроизводимого на мониторе изображения. Расстояние между двумя соседними точками по горизонтали равно шагу точек, умноженному на 0,866.

Теневая маска применяется в большинстве современных мониторов - Hitachi, Panasonic, Samsung, Daewoo, LG, Nokia, ViewSonic.

Апертурная решетка (Aperture Grille) - эти трубки стали известны под именем Trinitron и впервые были представлены на рынке компанией Sony в 1982 году. В трубках с апертурной решеткой применяется оригинальная технология, где имеется три лучевые пушки, три катода и три модулятора, но при этом имеется одна общая фокусировка.

Апертурная решетка - это тип маски, используемый разными производителями в своих технологиях для производства кинескопов, носящих разные названия, но одинаковые по сути, например, технология Trinitron от Sony, DiamondTron от Mitsubishi и SonicTron от ViewSonic. Это решение не включает в себя металлическую решетку с отверстиями, как в случае с теневой маской, а имеет решетку из вертикальных линий. Вместо точек с люминофорными элементами трех основных цветов, апертурная решетка содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов выстроенных в виде вертикальных полос трех основных цветов. Такая система обеспечивает высокую контрастность изображения и хорошую насыщенность цветов, что вместе обеспечивает высокое качество мониторов с трубками на основе этой технологии. Маска, применяемая в трубках фирмы Sony (Mitsubishi, ViewSonic), представляет собой тонкую фольгу, на которой процарапаны тонкие вертикальные линии. Она держится на горизонтальной (одной в 15", двух в 17", трех и более в 21") проволочке, тень от которой видна на экране. Эта проволочка применяется для гашения колебаний и называется damper wire. Ее хорошо видно, особенно при светлом фоне изображения на мониторе. Некоторым пользователям эти линии принципиально не нравятся, другие же наоборот довольны и используют их в качестве горизонтальной линейки.

Минимальное расстояние между полосами люминофора одинакового цвета называется шагом полос (strip pitch) и измеряется в миллиметрах (мм). Чем меньше значение шага полос, тем выше качество изображения на мониторе. При апертурной решетке имеет смысл только горизонтальный размер точки. Так как вертикальный определяется фокусировкой электронного луча и отклоняющей системой.

Апертурная решетка используется в мониторах от ViewSonic, Radius, Nokia, LG, CTX, Mitsubishi, во всех мониторах от SONY.

Щелевая маска (slot mask) - это технология широко применяется компанией NEC под именем "CromaClear". Это решение на практике представляет собой комбинацию теневой маски и апертурной решетки. В

данном случае люминофорные элементы расположены в вертикальных эллиптических ячейках, а маска сделана из вертикальных линий. Фактически вертикальные полосы разделены на эллиптические ячейки, которые содержат группы из трех люминофорных элементов трех основных цветов.

Щелевая маска используется, помимо мониторов от NEC (где ячейки эллиптические), в мониторах Panasonic с трубкой PureFlat (ранее называвшейся PanaFlat). Заметим, что нельзя напрямую сравнивать размер шага для трубок разных типов: шаг точек (или триад) трубки с теневой маской измеряется по диагонали, в то время как шаг апертурной решетки, иначе называемый горизонтальным шагом точек, - по горизонтали. Поэтому при одинаковом шаге точек трубка с теневой маской имеет большую плотность точек, чем трубка с апертурной решеткой. Для примера, шаг полос 0.25 мм приблизительно эквивалентен шагу точек, равному 0.27 мм.

Для офисных приложений, текстовых редакторов и электронных таблиц больше подходят кинескопы с теневой маской, обеспечивающие очень высокую четкость и достаточный контраст изображения. Для работы с пакетами растровой и векторной графики традиционно рекомендуются трубки с апертурной решеткой, которым свойственны превосходная яркость и контрастность изображения. Кроме того, рабочая поверхность этих кинескопов представляет собой сегмент цилиндра с большим радиусом кривизны по горизонтали (в отличие от ЭЛТ с теневой маской, имеющих сферическую поверхность экрана), что существенно (до 50%) снижает интенсивность бликов на экране.

ЖК-мониторы (жидкокристаллические мониторы).

Работа таких мониторов (LCD, Crystal Display) основана на изменении ориентации молекул жидких кристаллов (и как следствие изменение их оптических свойств) под воздействием внешнего электрического поля. Экран LCD монитора представляет собой матрицу ячеек таких кристаллов, каждая из которых может светиться нужным цветом. К достоинствам таких мониторов следует отнести их малые габариты и вес, низкое энергопотребление, абсолютно плоскую поверхность экрана, идеальную геометрию без каких-либо искажений, присущих мониторам с ЭЛТ, отсутствие проблем с плохой фокусировкой, несведением лучей и мерцанием картинки, практически полное отсутствие излучений, возможность поворота экрана и изображения на нём на 90 градусов (что бывает очень полезно, например, при компьютерной верстке). С другой стороны, современные жидкокристаллические мониторы обладают и рядом существенных недостатков: достаточно высокая цена (по сравнению с мониторами на ЭЛТ); маленький угол обзора, как по горизонтали, так и по вертикали (вдвоём смотреть на экран монитора уже не так комфортно, так как при большом угле обзора возникают искажения); недостаточное быстродействие (заметны искажения при просмотре быстродвигающихся или меняющихся объектов); возможность нормального использования монитора только при фиксированном разрешении; худшая цветопередача, чем у традиционных с ЭЛТ, высокая вероятность присутствия на мониторе одной или более "мёртвых"

точек постоянно светящихся одним цветом. Поскольку жидкокристаллические ячейки сами не светятся, ЖК-мониторам нужна подсветка.

Катодолуминисцентные мониторы. Они имеют те же характеристики изображения, что и ЭЛТ, однако в отличие от них позволяют создавать мониторы очень большого (более одного метра) размера. Их главный недостаток – малое время безотказной работы, после которого элементы экрана приходится менять.

Светодиодные мониторы. Принцип работы светодиодных индикаторов основан на явлении испускания света точечным переходом в некоторых полупроводниках при приложении к нему напряжения. В зависимости от материала можно получать различные цвета излучения.

Газоразрядные или плазменные мониторы. Выпускаются в виде панелей, состоящих из линейных сегментов для нескольких знакомест, а также в виде панелей, в которых образована точечная матрица. Принцип действия основан на газовом разряде в среде инертных газов. Для возбуждения и поддержания газового разряда используется постоянный или переменный ток. Лучшими характеристиками обладают газоразрядные индикаторные панели переменного тока, имеющие слоистую конструкцию. Проводники, выполняющие функции анодов и катодов, нанесены на стеклянные пластины-подложки, между которыми посредством уплотнителей формируется герметизированное пространство, заполняемое смесью аргона и неона. Проводники защищены от газовой среды слоем диэлектрика. Все элементы конструкции выполнены из прозрачного материала. На катоды и аноды подается знакопеременное поддерживающее напряжение, меньшее напряжения возникновения разряда. Возбуждение разряда в ячейке матрицы происходит при подаче импульсов возбуждения на соответствующие проводники катодов и анодов. При суммарном напряжении между ними превосходящем напряжение возбуждения, возникает разряд. При протекании разрядного тока на соответствующем данной ячейке участке диэлектрика накапливаются заряды, которые приводят к прекращению разряда в течение данного полупериода поддерживающего напряжения, однако способствует возникновению разряда в данной ячейке в следующем полупериоде, когда его полярность изменяется и совпадает с полярностью напряжения от накопленного заряда на диэлектрике. Так обеспечивается повторное возникновение разряда и "запоминание" информации. Для стирания информации подаются внешние импульсы, устраняющие заряд с участка диэлектрика данной ячейки. Благодаря запоминающим свойствам яркость изображения не зависит от размера поля экрана, при этом значительно снижаются требования к быстродействию.

Тонкопленочные электролюминесцентные мониторы (ТЭЛП). Люминесцентный слой из легированного марганцем сульфида цинка, расположен между двумя прозрачными изолирующими слоями. В свою очередь, эти слои заключены между слоями задних строчных и передних прозрачных столбцовых взаимно ортогональных электродов, которые образуют матрицу. Слой стекла, покрывающий столбцовые электроды, образует лицевую

панель. Электролюминесценция возникает на участках слоя 1 в узлах матрицы под действием электрического поля. Поле, достаточное для возникновения люминесценции в каждой точке матрицы, образуется импульсами противоположной полярности, подаваемых на систему строчных и столбцовых электродов. Люминесценция возникает только при одновременной подаче импульсов на строчный и столбцовый электроды. Люминесценция возникает только при одновременной подаче импульсов на строчный и столбцовый электроды; если сигнал подан лишь на один электрод, то люминесценция не возникает. Строчные электроды опрашиваются последовательно, независимо от формируемого изображения; на столбцовые электроды сигнал подается только в том случае, если в соответствующем узле матрицы на экране должна быть получена яркая точка. ТЭЛП обеспечивают высокую разрешающую способность, хорошую контрастность, большой угол обзора; они имеют малые габариты, но не обладают памятью и в них затруднено получение полутоновых и цветных изображений /7,13/.

13.2 Размеры экранов

Как правило, чем больше экран, тем с большим разрешением (соответственно – меньшим размером единицы изображения) можно на нем работать.

За размеры монитора считают размер его экрана по диагонали. Для ЭЛТ стандартными являются размеры 14", 15", 17", 19", 21", 23" (" – обозначение дюйма.). Для ЖК-мониторов – 13", 14", 15", 17", 19".

13.3 Словарь терминов

Cathod Ray Tube (Электронно-лучевая трубка) - одна из основных частей монитора. Служит для формирования и отображения изображения, выводимого на экран монитора.

Electron Gun (Электронная Пушка) - одна из частей электронно-лучевой трубки монитора. Служит для эмиссии электронов, которые в последствии участвуют в формировании изображения на экране монитора.

Flicker (Мерцание) - нестабильность изображения, возникающая в результате низкой частоты обновления экрана. Как правило, большинство пользователей ощущают нестабильность изображения при частоте ниже 60 Гц. Мерцание экрана становится более заметным при увеличении яркости изображения или в затемненном помещении.

Invar Shadow Mask (Теневая маска из инвара) - технология изготовления теневой маски электронно-лучевой трубки монитора из инвара. Инвар - специальный сплав, основным свойством которого, является малый коэффициент температурного расширения. При работе монитора такая маска, несмотря на сильный нагрев, не изменяет своей формы, обеспечивая точную фокусировку изображения.

Keystone (Трапеция) - тип искажений на экране монитора, при котором изображение с одной стороны меньше изображения с противоположной стороны ("трапецевидное" или "клиновидной" изображение).

Low Emission (Низкое Излучение) - характеристика монитора, обладающего спектральным фильтром для уменьшения электромагнитного излучения. Обычно соответствует тому или иному стандарту степени защиты монитора и обозначается на корпусе монитора и в документации к нему (например: MPR-II, TCO95, TCO99).

Misconvergence (Несведение) - тип искажений на экране монитора, вызванный некорректной фокусировкой трех основных цветовых луча (красного, зеленого и синего), составляющих точку изображения. Несведение лучей проявляется в виде радуги на белых участках изображения по углам экрана, а также в виде радужного обрамления четких срезов изображений или символов текста.

Multiple Frequency Monitor (Мульти-Частотный Монитор) - монитор, который может автоматически устанавливать более одного видеорежима. Сегодня практически все мониторы имеют память, в которой зашиты наиболее распространенные видеорежимы, такие как CGA, EGA, VGA, SVGA, XGA.

Monitor (Монитор) - устройство для отображения текстовой и графической информации выводимой компьютером во время работы. Другие названия: display - дисплей, terminal - терминал, video display terminal - видеотерминал.

Refresh Rate (Частота обновления) - параметр работы монитора, характеризующий частоту обновления экрана монитора (может принимать значение 56, 60, 70, 72, 75, 85, 100... Гц).

13.4 Разъем монитора VGA

К видеокарте VGA (Video Graphics Array) подключается монитор, на экран которого выводится информация в алфавитно-цифровом и графическом режимах с использованием 256 цветов из палитры, содержащей 262144 оттенка цветов. Такая видеокарта обеспечивает более высокое разрешение, чем видеокарты MDA, HGC, CGA, EGA. В настоящее время это основной стандарт видеокарт.

Таблица 13.1 - Разводка разъема монитора VGA

X1 (DB-15P) [номер контакта]	Описание сигнала [english (русский)]
1	Red (Красный)
2	Green (Зеленый)
3	Blue (Синий)
4	NC (Зарезервировано)
5	Ground (Общий)
6	Red Ground (Общий красный)
7	Green Ground (Общий зеленый)
8	Blue Ground (Общий синий)
9	NC (Зарезервировано)
10	Sync. Ground (Общий синхронизации)
11	NC (Зарезервировано)
12	NC (Зарезервировано)
13	Horizontal Sync. (Горизонтальная синхронизация)
14	Vertical Sync. (Вертикальная синхронизация)
15	NC (Зарезервировано)

13.5 Разъем монитора SVGA

К видеокарте SVGA (Super Video Graphics Array) подключается монитор, на экран которого выводится информация в алфавитно-цифровом и графическом режимах с использованием 256 цветов из палитры, содержащей до 16777216 оттенков цветов. Такая видеокарта совместима с видеокартами MDA, HGC, CGA, EGA, VGA, но обеспечивает более высокое разрешение и расширенный текстовый режим.

Таблица 13.2 - Разводка разъема монитора SVGA

X1 (DB-15P) [номер контакта]	Описание сигнала [english (русский)]
1	Red (Красный)
2	Green (Зеленый)
3	Blue (Синий)
4	ID2 (Идентификатор 2)
5	Ground / DDC Return (Общий / Специальный сигнал)
6	Red Ground (Общий красный)
7	Green Ground (Общий зеленый)
8	Blue Ground (Общий синий)
9	NC (Зарезервировано)
10	Ground (Общий)
11	ID0 (Идентификатор 0)
12	ID1 / SDA (Идентификатор 1 / Специальный сигнал)
13	H.Sync. / (H+V)Sync. (Горизонтальная / Совмещенная синхронизация)
14	V.Sync. (Вертикальная синхронизация)
15	SCL (Специальный сигнал)

Кроме передачи изображения (сигналы цветов и синхронизации), по кабелю передается и иная информация, необходимая для автоматизации согласования параметров и режимов монитора и компьютера.

Видеокарта SVGA обеспечивает возможность идентификации монитора, которая необходима для работы системы PnP, и управления энергопотреблением монитора.

13.6 Устройство LCD-мониторов "Samsung SyncMaster 570S/580S TFT"

В настоящее время в самых распространенных мониторах используются электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) или CRT (Cathode Ray Tube). Их главный конкурент — жидкокристаллические (LCD — Liquid-crystal display) мониторы на тонкопленочных транзисторах (TFT — Thin-film transistor). Технология производства этих мониторов более перспективна. Из таблицы 13.3, в которой приведены сравнительные характеристики LCD- и ЭЛТ-мониторов, видны преимущества и недостатки LCD-мониторов на основе TFT по сравнению с ЭЛТ-мониторами.

Основные преимущества LCD-мониторов, которые перевешивают их недостатки, следующие:

- идеальная фокусировка;
- отсутствие геометрических искажений;
- идеальное сведение основных цветов;
- отсутствие мерцания изображения;

- практически полное отсутствие вредных электромагнитных излучений.

В качестве примера реализации LCD-монитора на основе TFT рассмотрим мониторы Samsung SyncMaster 570S TFT/580S TFT.

Таблица 13.3 - Сравнительные характеристики LCD- и ЭЛТ-мониторов

Параметры	LCD-мониторы на основе TFT	ЭЛТ-мониторы
1	2	3
Яркость	от 170 до 250 Кд/м ²	от 80 до 120 Кд/м ²
Контрастность	от 200:1 до 400:1	от 350:1 до 700:1
Угол обзора (по контрастности)	110°...170°	более 150°
Угол обзора (по цвету)	50°...125°	более 120°
Разрешение	Одно значение разрешения с фиксированным размером пикселей. Монитор можно использовать оптимально только с этим разрешением. В зависимости от поддерживаемых монитором функций масштабирования можно использовать более высокое или более низкое разрешение, но они не оптимальны, т.е. возможны искажения изображения	Поддерживаются различные значения разрешения. При всех поддерживаемых значениях монитор можно использовать оптимально. Ограничение накладывается только приемлемостью кадровой частоты (отсутствием мерцания изображения)
Частота вертикальной развертки	Оптимальная частота 60 Гц, этого достаточно для отсутствия мерцания изображения	Только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание изображения
Не сведение цветов	Нет	Есть

Продолжение таблицы 13.3

1	2	3
Фокусировка	Очень хорошая	Зависит от конкретной модели
Геометрические искажения	Нет	Как правило, есть, зависят от конкретной модели
Неработающие пиксели	Есть (довольно часто встречается)	Есть (очень редко встречается)
Входной сигнал	Аналоговый или цифровой	Только аналоговый
Масштабирование при разных значениях разрешения	Отсутствует или используются методы масштабирования, не требующие больших накладных расходов	Очень хорошее
Точность отображения цвета	Поддерживается True Color и имитируется требуемая цветовая температура	Поддерживается True Color и имеются специальные устройства калибровки цвета
Гамма-коррекция (подстройка цвета под особенности человеческого зрения)	Удовлетворительная	Фотореалистичная
Однородность яркости изображения	Часто изображение ярче по краям	Часто изображение ярче в центре
Формирование изображения	Изображение формируется пикселями, число которых зависит только от конкретного разрешения LCD-панели. Шаг пикселей зависит только от размера самих пикселей, но не от расстояния между ними. Каждый пиксель формируется индивидуально, что обеспечивает великолепную фокусировку, ясность и четкость. Изображение получается более целостным	Пиксели формируются группой точек (триады) или полосок. Шаг точки или линии зависит от расстояния между точками или линиями одного цвета. В результате четкость и ясность изображения сильно зависит от размера шага точки или шага линии и от качества ЭЛТ

Продолжение таблицы 13.3

1	2	3
Чистота (качество) цвета	Хорошее	Высокое
Мерцание	Нет на частоте кадровой развертки выше 60 Гц	Незаметно на частоте кадровой развертки выше 85 Гц
Время инерции	20...30 мс	Пренебрежимо мало
Электромагнитное излучение и энергопотребление	Практически нет опасного уровня электромагнитных излучений. Потребление энергии примерно на 70% ниже, чем у ЭЛТ-мониторов с таким же размером экрана (от 25 до 40 Вт)	Всегда присутствует электромагнитное излучение, уровень которого зависит от соответствия ЭЛТ стандарту безопасности. Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 60-150 Вт
Размеры, масса	Плоский дизайн (занимает мало места), малая масса	Объемный дизайн (занимает много места), большая масса
Интерфейс монитора	Цифровой интерфейс, однако, большинство LCD-мониторов имеют встроенный аналоговый интерфейс для подключения к наиболее распространенным аналоговым выходам видеоадаптеров	Аналоговый интерфейс

Структурная схема мониторов приведена на рисунке 13.1, схема соединений — на рисунке 13.2. В результате сравнения структурных схем LCD-TFT и ЭЛТ-мониторов, можно сделать вывод, что их схемотехника принципиально отличается и у первого она значительно проще. Отсутствие источников высокого напряжения и их потребителей в схеме LCD-TFT-монитора значительно повышает его надежность и безопасность для здоровья по сравнению с ЭЛТ-монитором. В состав схемы монитора входят следующие узлы:

- источник питания (ИП);
- микропроцессор (МП) и энергонезависимая память;
- синхроселектор и схема синхронизации;
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

- схема масштабирования и LCD-контроллер;
- LCD-интерфейс;
- LCD-панель.

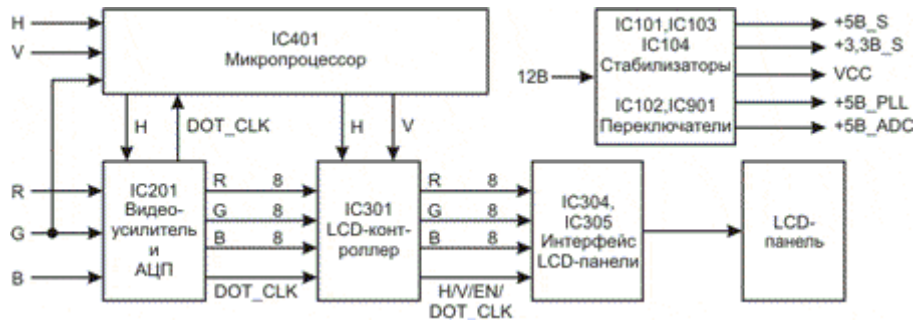


Рисунок 13.1 - Структурная схема монитора

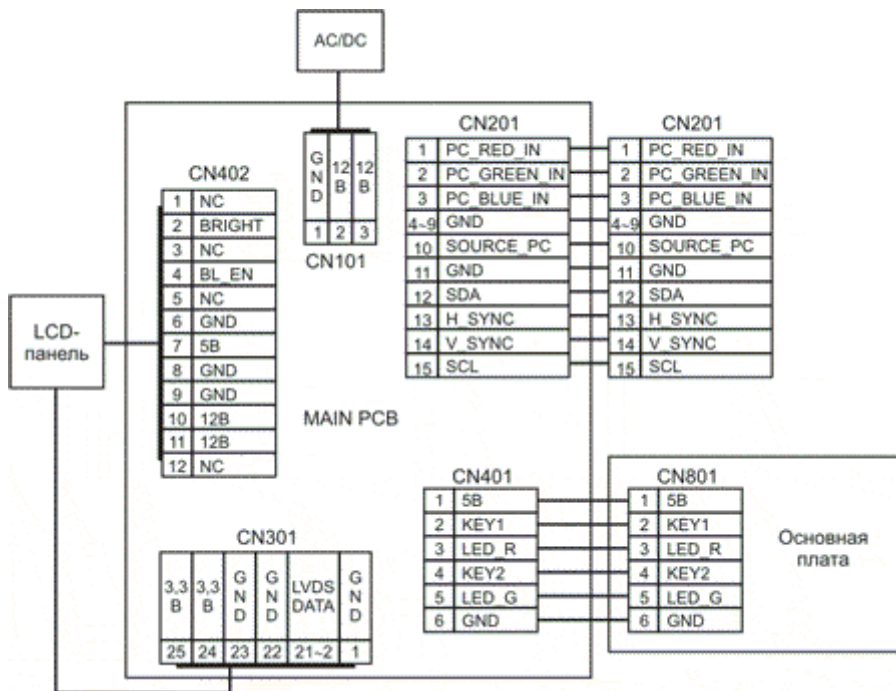


Рисунок 13.2 - Схема соединений

Источник питания (ИП) формирует стабилизированные напряжения +12, +5 и +3,3 В, необходимые для работы всех узлов монитора. В свою очередь, на ИП от сетевого адаптера AC/DC поступает нестабилизированное постоянное напряжение +12 В. Кроме того, в конструкции LCD-панели имеется импульсный преобразователь, формирующий из постоянных напряжений +12 и +5 В переменное напряжение 500 В частотой 48 кГц для питания двух ламп подсветки LCD-панели (на принципиальной схеме отсутствует). ИП построен

на основе интегральных стабилизаторов напряжения IC101 (+5 В), IC103 (+3,3 В) и IC104 (+5 В). Для реализации определенной логики работы узлов монитора напряжения +12, +5 и +3,3 В подаются на схему через электронные ключи IC102 и IC901. Напряжение +12 В коммутируется ключом IC901, который управляется сигналом SW_REG_ENB, поступающим с вывода 6 IC401. Напряжения +5 и +3,3 В коммутируются ключом IC102, управляемым сигналами SW_REG_ENB и PANEL_EN, приходящими с IC401 (выводы 6 и 5).

Если синхроимпульсы поступают от персонального компьютера (ПК) по каналу зеленого цветового сигнала PC_GREEN, синхроселектор IC105 выделяет полный синхросигнал SOG_CSYNС и подает его на вход микроконтроллера МП — вывод 22 IC401. МП формирует из него строчные и кадровые синхроимпульсы M_HSYNC и M_VSYNC (выводы 21, 20), которые используются схемой синхронизации IC303 для формирования сигналов управления схемой масштабирования IC301.

Система управления монитором реализована на основе микропроцессора IC401 типа ST72E75_3. Работа МП синхронизируется внутренним генератором, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором X401 (24 МГц), подключенным к выводам 32 и 33 микросхемы. Для сброса всех узлов МП в исходное состояние используется схема сброса IC402, формирующая импульс отрицательной полярности, поступающий на вывод 40 МП после подачи на него питания. В зависимости от наличия и частоты синхросигналов, поступающих на вход МП (выводы 15, 24), он формирует выходные сигналы управления ИП, схемой синхронизации, АЦП и схемой масштабирования. Регулировка параметров изображения осуществляется системой экранного меню (OSD). Для доступа и управления системой OSD служат кнопки, расположенные на передней панели монитора. В составе МП имеются два цифровых интерфейса. Первый интерфейс (IC401, выводы 29, 30) используется для управления по шине I²C АЦП и схемой OSD (IC201, выводы 39, 42). По второму интерфейсу (IC401, выводы 27, 28) МП передает данные на компьютер для реализации стандарта Plug & Play. Для хранения информации о регулируемых и нерегулируемых параметрах к первому интерфейсу подключена микросхема энергонезависимой памяти IC404, а ко второму — IC403. К выводам 31, 42 IC401 через ключи Q401, Q402 подключен светодиодный двухцветный индикатор режима работы монитора. Назначение остальных выводов МП будет рассмотрено в процессе описания схемы. Для питания МП на его выводы 10 и 25 поступает напряжение +5 В от стабилизатора IC101.

Видеосигналы основных цветов с контактов 1, 2, 3 соединителя CN201 через согласующие резисторы R209, R211, R213 и разделительные конденсаторы C132, C134, C136 поступают на входы АЦП — выводы 12, 20, 28 IC201. В состав микросхемы IC201 входят стабилизатор напряжения, три широкополосных (250 МГц) видеоусилителя, схемы фиксации уровней черного в видеосигналах, трехканальный 8-битный АЦП, интерфейс с шиной PCI, схема синхронизации АЦП и выходные каскады микросхемы, совместимые по уровню с TTL-логикой.

Сигнал управления схемами фиксации уровней черного PCCLAMP также формирует МП (вывод 16). Отсюда он поступает на вывод 89 IC201. Для синхронизации АЦП на выводы 93, 94 IC201 подаются синхросигналы HSYNC и COAST, формируемые МП из входных строчных синхроимпульсов.

На выходах IC201 (выводы 52-58, 61-68, 71-78) формируются 8-битные коды видеосигналов основных цветов PCBLUE (7-0), PCGREEN (7-0) и PCRED (7-0), которые поступают для дальнейшей обработки на входы схемы масштабирования и LCD-контроллер — IC301 выводы 9, 13-19, 30, 31, 34-39, 50-52, 54, 56-59. Для стабилизации частоты внутреннего генератора микросхемы к ее выводу 139 подключен кварцевый резонатор X301 (75 МГц). Работа IC301 синхронизируется внешними сигналами PCHSYNC, PCVSYNC, PCCLK, которые формирует схема синхронизации IC303.

Схема OSD IC302 формирует сигнал коммутации OSD_EN и видеосигналы OSD_BLU, OSD_GRN, OSD_RED, которые снимаются с выводов 12-15 микросхемы и поступают на входы IC301, — выводы 77, 71-73. Для синхронизации изображения OSD на выводы 5, 10 IC302 подаются строчные и кадровые синхроимпульсы. Схемой OSD управляет МП по шине PCI.

LCD-контроллер микросхемы IC301 формирует 8-битные коды видеосигналов DBR (7-0), DAR (7-0), DBG (7-0), DAG (7-0), DBB (7-0), DAB (7-0) и сигналы синхронизации DVS, DHS, DH_CLK, DEN которые подаются на схемы LCD-интерфейса — IC304, IC305. LCD-интерфейс формирует цифровой 20-битный код управления шинными дешифраторами LCD-панели. Конструктивно они расположены на самой LCD-панели, их выходы управляют засветкой каждого отдельного пикселя /7,11,13/.

13.7 Вопросы

1. Как классифицируются мониторы?
2. Что представляют собой ЭЛТ-мониторы (технические характеристики, принцип работы)?
3. Что представляют собой ЖК-мониторы (технические характеристики, принцип работы)?
4. Что представляют собой катодолюминисцентные мониторы (технические характеристики, принцип работы)?
5. Что представляют собой светодиодные (технические характеристики, принцип работы)?
6. Что представляют собой газоразрядные или плазменные индикаторы (технические характеристики, принцип работы)?
7. Что представляют собой тонкопленочные электролюминесцентные панели (технические характеристики, принцип работы)?
8. Какие маски используются в ЭЛТ?
9. Что такое блок строчной и кадровой развертки (назначение, параметры)?
10. Что представляет собой параметр – «Частота обновления» (регенерация экрана) и какие значения он имеет?

11. Что представляют собой такие типы искажений на экране монитора, как «Трапеция», «Мерцание» и «Несведение»?
12. Что представляет собой разъем монитора SVGA?

14 Интерфейсы

14.1 Последовательные интерфейсы

Последовательный интерфейс для передачи данных в одну сторону использует одну сигнальную линию, по которой информационные биты передаются друг за другом последовательно. Такой способ передачи определяет название интерфейса и порта, его реализующего (Serial Interface и Serial Port). Последовательная передача данных может осуществляться в синхронном и асинхронном режимах.

При асинхронной передаче каждому байту предшествует старт-бит, сигнализирующий приемнику о начале очередной посылки, за которой следуют биты данных или бит паритета (контроля четности). Завершает посылку стоп-бит. Старт-бит (имеющий значение лог."0") следующего посланного байта может посылаться в любой момент после окончания стоп-бита. Старт-бит обеспечивает механизм синхронизации приемника по сигналу от передатчика. Внутренний генератор синхронизации приемника использует счетчик-делитель опорной частоты, обнуляемый в момент приема начала старт-бита. Этот счетчик генерирует внутренние стробы, по которым приемник фиксирует последующие принимаемые биты.

Формат асинхронной посылки позволяют выявить возможные ошибки передачи. Для асинхронного режима принят ряд стандартных скоростей обмена: 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/сек. Количество бит данных может составлять 5,6,7,8 бит. Количество стоп битов может быть 1,1.5,2 бита. Асинхронный в РС реализуется с помощью СОМ-порта с использованием протокола RS-232С.

Синхронный режим передачи предполагает постоянную активность канала связи. Посылка начинается с синхробайта, за которым плотно следует поток информационных бит. Если у передатчика нет данных для передачи, он заполняет паузу непрерывной посылкой байтов синхронизации. При передаче больших массивов данных накладные расходы на синхронизацию в данном режиме необходима будет ниже, чем в асинхронном. Однако в синхронном режиме необходима внешняя синхронизация приемника с передатчиком, поскольку даже малое отклонение частот приведет к быстро накапливающейся ошибке и искажению принимаемых данных. Внешняя синхронизация возможна либо с помощью отдельной линии передачи для передачи сигнала синхронизации, либо с использованием самосинхронизирующего кодирования данных, при котором на приемной стороне из принятого сигнала могут быть и импульсы синхронизации. В любом случае синхронный режим требует либо дорогих линий связи, либо дорогого оконечного оборудования. Для РС существуют специальные платы - адаптеры SDLC, поддерживающие синхронный режим обмена. Они используются в основном для связи с большими машинами IBM и в настоящее время мало распространены. Из синхронных адаптеров в настоящее время чаще всего применяются адаптеры интерфейса V.35.

Последовательный интерфейс на физическом уровне может иметь различные реализации, различающиеся способом передачи электрических сигналов. Существует ряд родственных международных стандартов: RS-232C, RS-432A, RS-422A, RS485.

Несимметричные линии интерфейсов RS-232C, RS-432A имеют самую низкую защищенность от синфазной помехи.

14.1.1 Последовательная передача данных

Последовательный поток данных состоит из битов синхронизации и собственно битов данных. Формат последовательных данных содержит четыре части: стартовый бит, биты данных, проверочный и стоповый бит.

Вся эта конструкция иногда называется символом. На рисунке 14.4 изображен типичный формат последовательных данных.

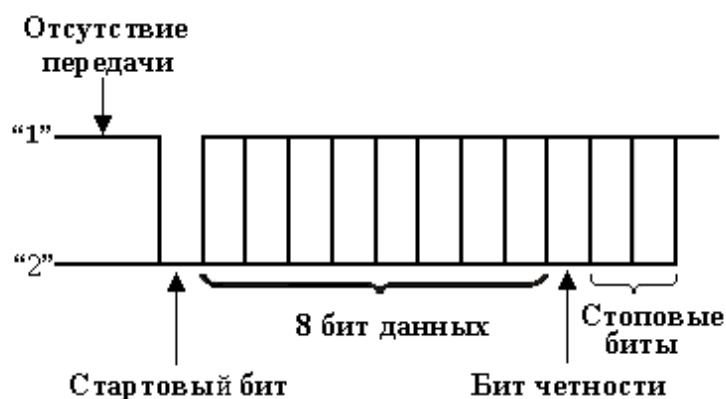


Рисунок 14.1 – Формат последовательных данных

Когда данные не передаются, на линии устанавливается уровень логической единицы. Это называется режимом ожидания. Начало режима передачи данных характеризуется передачей уровня логического нуля длительностью в одну элементарную посылку. Такой бит называется стартовым. Биты данных посылаются последовательно, причем младший бит – первым; Всего их может быть от пяти до восьми. За битами данных следует проверочный бит, предназначенный для обнаружения ошибок, которые возникают во время обмена данными.

Последней передается стоповая посылка, информация об окончании символа. Стоповый бит передается уровнем логической единицы. Длительность стоповой посылки: 1, 1,5 или два бита. Специально разработанное электронное устройство, генерирующее и принимающее последовательные данные, называется универсальным асинхронным приемопередатчиком (UART).

Обмен информацией с помощью микросхем UART происходит следующим образом. Приемник обнаруживает первый фронт стартового бита и выжидает один или полтора тактовых интервала, поскольку считывание должно начинаться точно в середине первой посылки. Через один тактовый интервал считывается второй бит данных, причем это происходит точно в

середине второй посылки. После окончания информационного обмена приемник считывает проверочный бит для обнаружения ошибок и стоповый бит, а затем переходит в режим ожидания следующей порции данных.

Скорость передачи информации в последовательном интерфейсе измеряется в бодах (количество передаваемых бит за 1с). Стандартная скорость равна 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 и 19200 бод. Зная скорость в бодах, можно вычислить число передаваемых символов в секунду.

Проверочный бит предназначен для обнаружения ошибок в передаваемых битах данных. Когда он присутствует, осуществляется проверка на четность или нечетность. Если интерфейс настроен на проверку по четности, такой бит будет выставляться в единицу при нечетном количестве в битах данных, и наоборот. Это простейший способ проверки на наличие ошибок в передаваемом блоке данных. Однако, если во время передачи искажению подверглись несколько битов, подобная ошибка не обнаруживается. Проверочный бит генерируется передающим UART таким образом, чтобы общее количество единиц было нечетным или четным числом в зависимости от настройки интерфейса; приемное устройство должно иметь такую же настройку. Приемный UART считает количество единиц в принятых данных. Если данные не проходят проверку, генерируется сигнал ошибки.

Большинство компьютеров, совместимых с IBM PC, использует UART 16450. В UART применяются уровни напряжения ТТЛ. Для передачи данных по каналу связи. Напряжение с помощью специализированных преобразователей конвертируется с инверсией: логическому нулю соответствует диапазон напряжения от +3 до +12В, логической единице – от –3 до –12 /1/.

14.1.2 Последовательный интерфейс RS232C

Стандарт описывает управляющие сигналы интерфейса, пересылку данных, электрический интерфейс и типы разъемов.

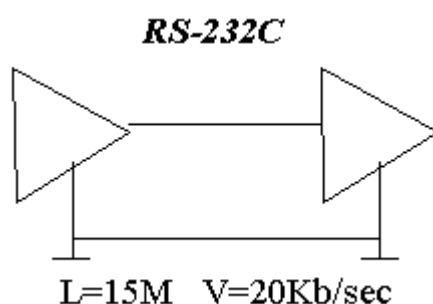


Рисунок 14.2 - Стандарт последовательного интерфейса



Рисунок 14.3 - Полная схема соединения по RS-232C

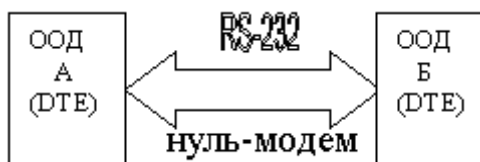


Рисунок 14.4 - Соединение по RS-232C нуль-модемным кабелем

Стандарт описывает синхронный и асинхронный режимы обмена, но СОМ-порты поддерживают только асинхронный режим.

Компьютер, совместимый с IBM PC, может иметь до четырех последовательных портов. Они маркируются как СОМ1-СОМ4. Каждый СОМ-порт формируется отдельным UART 16450 установленным внутри компьютера.

Стандарт RS-232C использует несимметричные передатчики и приемники - сигнал передается относительно общего провода - схемной земли симметричные дифференциальные сигналы используются в других интерфейсах - например, RS-422). Интерфейс не обеспечивает гальванической развязки устройств. Логической единице соответствует уровень напряжения на входе приемника в диапазоне -12...-3 В. Для линий управляющих сигналов это состояние называется ON ("включено"), для линий последовательных данных называется MARK. Логическому нулю соответствует напряжение в диапазоне +3...+12 В. Для линий управляющих сигналов это состояние называется OFF ("выключено"), для линий последовательных данных называется SPACE. Между уровнями -3...+3 В имеется зона нечувствительности, обуславливающая гистерезис приемника: состояние линии будет считаться измененным только после пересечения соответствующего порога. Уровни сигналов на выходах передатчиков должны быть в диапазонах -12...-5 В и +5...+12 В для представления единицы и нуля соответственно. Разность потенциалов между схемными землями (SG) соединяемых устройств должна быть менее 2 В, при более высокой разности потенциалов возможно неверное восприятие сигналов.

Разъем и кабель порта RS232.

Стандартный последовательный порт имеет 9- контактный разъем. На рисунке 14.5 приведены назначения контактов этих разъемов.

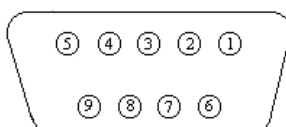


Рисунок 14.5 - Блочная часть 9-контактного штыревого разъема

В таблице 14.1 указано назначение контактов разъема последовательного интерфейса.

Таблица 14.1 - Назначение контактов разъемов последовательного порта

Контакт	Наименование	Направление	Операции
3	TD	Выход	Передаваемые данные
2	RD	Вход	Принимаемые данные
7	RTS	Выход	Запрос на передачу
8	CTS	Вход	Очищен для передачи
6	DSR	Вход	Готовность внешнего устройства
5	GND		Сигнальное заземление
1	DCD	Вход	Обнаружение информационного сигнала
4	DTR	Выход	Компьютер к обмену данными готов
9	RI	Вход	Индикатор звонка

На рисунках 14.6 и 14.7 показаны два типа соединения компьютера и внешнего устройства по протоколу RS232C. Стрелки показывают направление потоков данных. На рисунке 14.6 показано нуль-модемное соединение.

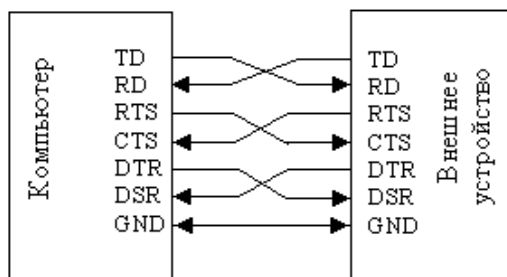


Рисунок 14.6 – Соединение с использованием нуль-модемного кабеля

На рисунке 14.7 изображено соединение использующее только три линии: первая – для передачи данных, вторая – для приема, третья – общая. Соединение организовано таким образом, что передаваемые данные от первого устройства поступают на приемную линию второго.

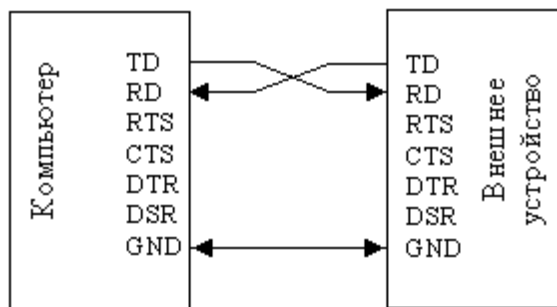


Рисунок 14.7 – Соединение при помощи трех линий

В таблице 14.2 указано назначение сигналов последовательного интерфейса.

Таблица 14.2 – Сигналы последовательного интерфейса

Сигнал	Описание сигнала
GND	Линия заземления. Общий провод для всех сигналов.
TD	Передаваемые данные. Последовательные данные передаются компьютером по этой линии.
RD	Принимаемые данные. Последовательные данные принимаются компьютером по этой линии.
RST	Запрос на передачу. Линия взаимодействия, которая показывает, что компьютер готов к приему данных. Линия управляется со стороны компьютера; если взаимодействия не требуется, она может использоваться как двоичный выход
CTS	Готовность к передаче. Линия взаимодействия, с помощью которой внешнее устройство сообщает компьютеру, что оно готово к передаче данных. Если взаимодействия не требуется она может использоваться как двоичный вход.
DTR	Компьютер готов. Линия взаимодействия показывает, что компьютер включен и готов к связи. Линия управляется со стороны компьютера; если взаимодействия не требуется, она может использоваться как двоичный выход.
DSR	Готовность внешнего устройства. Линия взаимодействия, с помощью которой внешнее устройство сообщает компьютеру, что оно включено и готово к связи. Если взаимодействия не требуется, она может использоваться как двоичный вход.

UART 8250/16450.

Смещения и функции регистров UART таковы:

- 00h - буферный регистр передатчика/буферный регистр приемника (используется для обмена данными);
- 01h - регистр разрешения прерывания (устанавливает режим запроса прерываний);
- 02h - регистр идентификации прерываний (проверяет режим запроса прерываний);
- 03h - регистр формата данных (устанавливает формат последовательных данных);
- 04h - регистр управления модемом (устанавливает управление модемом);
- 05h - регистр состояния приемопередатчика (содержит информацию о состоянии приемника и передатчика);

– 06h - регистр состояния модемом (содержит текущее состояние линий DCD , RI , DSR , CTS);

– 07h – регистр сверх оперативной памяти (работает как байт памяти).

Преобразователи напряжения.

Выходные сигналы управления (RTS и DTR) и входные сигналы состояния (CTS , DSR , DCD) последовательного порта инвертированы. Последовательные сигналы данных SIN и SOUT не инвертированы. UART работает только с уровнем напряжений TTL/КМОП. Преобразователи напряжений расположены между UART и RS232.

Преобразователи передатчиков конвертируют уровень напряжения TTL в уровень RS232, а преобразователи приемников наоборот.

Базовые адреса COM-портов.

Базовые адреса COM –портов выглядят так:

– COM1: 3F8h , прерывание IRQ4;

– COM2: 2F8h , прерывание IRQ3;

– COM3: 3E8h , прерывание IRQ10;

– COM4: 2E8h , прерывание IRQ11.

При включение или перезагрузке компьютера BIOS проверяет адреса всех установленных последовательных портов. Если она находит такой порт, то заносит базовый адрес в определенную ячейку памяти. Базовый адрес можно получить, считав их содержимое. Ячейки памяти, в которых содержится информация о базовых адресах установленных последовательных портов, приведены ниже:

– COM1: 0000:0400h – 0000:0401h;

– COM2: 0000:0402h – 0000:0403h;

– COM3: 0000:0404h – 0000:0405h;

– COM4: 0000:0406h – 0000:0407h;

14.1.3 Последовательный интерфейс RS-485 и RS-422

Стандарт RS-485 был совместно разработан двумя ассоциациями производителей: Ассоциацией электронной промышленности (EIA - Electronics Industries Association) и Ассоциацией промышленности средств связи (TIA - Telecommunications Industry Association). EIA некогда маркировала все свои стандарты префиксом "RS" (Рекомендованный стандарт). Многие инженеры продолжают использовать это обозначение, однако EIA/TIA официально заменил "RS" на "EIA/TIA" с целью облегчить идентификацию происхождения своих стандартов. На сегодняшний день, различные расширения стандарта RS-485 охватывают широкое разнообразие приложений.

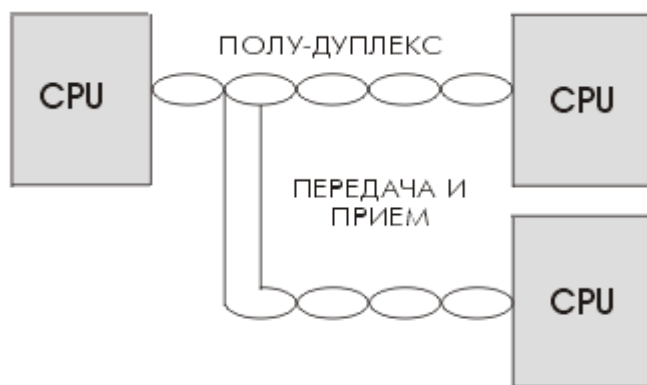


Рисунок 14.10 - Стандарт последовательного интерфейса RS-485 и RS-422

Протокол связи RS-485 является наиболее широко используемым промышленным стандартом, использующим двунаправленную сбалансированную линию передачи. Протокол поддерживает многоточечные соединения, обеспечивая создание сетей с количеством узлов до 32 и передачу на расстояние до 1200 м. Использование повторителей RS-485 позволяет увеличить расстояние передачи еще на 1200 м или добавить еще 32 узла. Стандарт RS-485 поддерживает полудуплексную связь. Для передачи и приема данных достаточно одной скрученной пары проводников

Таблица 14.3 – Характеристики стандарта RS-485

Стандарт	EIA RS-485
Скорость передачи	10 Мбит/с (максимум)
Расстояние передачи	1200 м (максимум)
Характер сигнала, линия передачи	дифференциальное напряжение, скрученная пара
Количество драйверов	32
Количество приемников	32
Схема соединения	полудуплекс, многоточечная

Стандарты RS-485 и RS-422 имеют много общего, и поэтому их часто путают. Таблица 14.4 сравнивает их. RS-485, определяющий двунаправленную полудуплексную передачу данных, является единственным стандартом EIA/TIA, допускающим множественные приемники и драйверы в шинных конфигурациях. EIA/TIA-422, с другой стороны, определяет единственный однонаправленный драйвер с множественными приемниками. Элементы RS-485 обратно совместимы и взаимозаменяемы со своими двойниками из RS-422, однако драйверы RS-422 не должны использоваться в системах на основе RS-485, поскольку они не могут отказаться от управления шиной.

Таблица 14.4 - Сравнительные характеристики стандартов RS-485 и RS-422

Характеристика	RS-422	RS-485
Режим работы	Дифференциальный	Дифференциальный
Допустимое число Tx и Rx	1 Tx, 10 Rx	32 Tx, 32 Rx
Максимальная длина кабеля	1200 м	1200 м
Максимальная скорость передачи данных	10 Мбит/с	10 Мбит/с
Минимальный выходной диапазон драйвера	± 2 В	± 1.5 В
Максимальный выходной диапазон драйвера	± 5 В	± 5 В
Максимальный ток короткого замыкания драйвера	150 мА	250 мА
Сопротивление нагрузки Tx	100 Ом	54 Ом
Чувствительность по входу Rx	± 200 мВ	± 200 мВ
Максимальное входное сопротивление Rx	4 кОм	12 кОм
Диапазон напряжений входного сигнала Rx	± 7 В	от -7 В до +12 В
Уровень логической единицы Rx	> 200 мВ	> 200 мВ
Уровень логического нуля Rx	< 200 мВ	< 200 мВ

Дифференциальная передача сигнала в системах на основе RS-485 и RS-422 обеспечивает надежную передачу данных в присутствии шумов, а дифференциальные входы их приемников кроме того могут подавлять значительные синфазные напряжения. Однако для защиты от значительно больших уровней напряжений, которые обычно ассоциируются с электростатическим разрядом (ESD), необходимо принимать дополнительные меры.

Для защиты от таких разрушительных воздействий, интерфейсные микросхемы MAXIM включают "ESD структуры". Эти структуры защищают выходы передатчиков и входы приемников в приемопередатчиках RS-485 от уровней ESD до ± 15 кВ.

Чтобы гарантировать заявленную защиту от ESD, Maxim осуществляет многократное тестирование положительных и отрицательных выводов питания с шагом 200В, для проверки последовательности уровней до ± 15 кВ. Устройства этого класса маркируются в обозначении изделия дополнительным суффиксом "E".

Допустимая нагрузка драйвера RS-485/RS-422 количественно определяется в терминах единичной нагрузки, которая, в свою очередь, определяется как входной импеданс одного стандартного приемника RS-485 (12кОм). Таким образом, стандартный драйвер RS-485 может управлять 32 единичными нагрузками (32 параллельных 12-килоомных нагрузки). Однако для некоторых приемников RS-485 входное сопротивление является более высоким - 48 кОм (1/4 единичной нагрузки) или даже 96 кОм (1/8 единичной нагрузки) - и, соответственно, к одной шине могут быть подключены сразу 128 или 256 таких приемников. Вы можете подключить любую комбинацию типов

приемников, если их параллельный импеданс не превышает 32 единичных нагрузки (т.е. суммарное сопротивление не меньше 375 Ом).

Более быстрые передачи требуют более высоких скоростей нарастания напряжения на выходе драйвера, а они, в свою очередь, производят большие уровни электромагнитных помех (EMI). Некоторые приемопередатчики RS-485 сводят EMI к минимуму, ограничивая их скорости нарастания. Меньшие скорости нарастания также помогают контролировать отражения, вызванные быстрыми переходными процессами, высокими скоростями передачи данных или длинными линиями связи. Основой для минимизации отражений является использование согласующих резисторов с номиналами, соответствующими волновому сопротивлению кабеля. Для обычных кабелей RS-485 (витая пара проводов 24AWG) это означает размещение 120-омных резисторов на обоих концах линии связи.

Другая характеристика энергопотребления приемопередатчиков RS-485 проявляется при отсутствии нагрузки, разрешении выхода драйвера и присутствии периодического входного сигнала. Поскольку открытых линий в RS-485 нужно избегать всегда, драйверы "долбят" свои выходные структуры при каждом переключении выхода. Это короткое включение обоих выходных транзисторов немедленно вызывает бросок тока питания. Достаточно большой входной конденсатор сглаживает эти броски, производя действующий (RMS) ток, который растет вместе со скоростью передачи данных до своего максимального значения. Для приемопередатчиков MAX1483 этот максимум равен примерно 15 мА.

Существует несколько родственных последовательных интерфейсов: RS-232C, RS-423A, RS-422A, RS-455A. Характеристики этих интерфейсов сведены в таблицу.

Таблица 14.5 - Характеристики интерфейсов RS-232C, RS-423A, RS-422A, RS-455A

Характеристики последовательных интерфейсов	Тип	Скорость, V	Длина кабеля, м L
RS-232C	Дуплекс	20 Кбит/с	15
RS-423A	Дуплекс	100 Кбит/с 10 Кбит/с 1 Кбит/с	9 91 1200
RS-422A	Дуплекс	10 Мбит/с 1Мбит/с 100Кбит/с	12 120 1200
RS-485A	полудуплекс, до 32 параллельно соединенных приемопередатчиков	10 Мбит/с 1Мбит/с 100Кбит/с	12 120 1200

Одним из вариантов последовательного интерфейса является интерфейс типа "токовая петля". В этом интерфейсе сигналом является не уровень напряжения, а ток в двухпроводной линии. Обычно, за единицу принимают ток 20 мА, за ноль - отсутствие тока. В таком варианте интерфейса приемник может распознавать обрыв линии - при обрыве принимаются одни нули и обрыв распознается по отсутствию стоп-битов. Обычно, "токовая петля" предполагает наличие гальванической развязки приемника и передатчика, как правило, выполняемой при помощи оптронов.

Питание токовой петли может осуществляться от передатчика (вариант с активным передатчиком) или от приемника (активный приемник). Токовая петля с гальванической развязкой позволяет передавать данные на расстояние до нескольких километров, определяемое уровнем помех и сопротивлением пары проводов. Поскольку интерфейс требует пары проводов для каждого сигнала, то обычно применяют две пары - принимаемые данные и передаваемые данные, а управление потоком ведется по протоколу XON/XOFF. Одним из классических примеров интерфейса "токовая петля" является интерфейс MIDI, применяемый в звуковых картах.

Все перечисленные выше варианты реализации интерфейса являются проводными, однако, существуют и беспроводные варианты, наибольшее распространение среди которых получил инфракрасный (ИК) интерфейс. Большинство ИК интерфейсов работают на расстоянии от одного до нескольких метров на низкой скорости (до 115,2 кбит/с), средней (до 1.152 Мбит/с) или высокой (до 4 Мбит/с) скоростью.

14.1.4 Последовательный инфракрасный порт SIR

Интерфейс SIR (Serial InfraRed port — последовательный инфракрасный порт) был разработан ассоциацией IrDA (Infrared Data Association). Первые версии этого стандарта были опубликованы в 1994 году.

Для передачи данных в этом интерфейсе используются инфракрасный излучатель (светодиод) и фотоприемник. Электронная схема, обеспечивающая работу интерфейса, обычно устанавливается на материнской плате компьютера вместе с разъемом для подключения выносного порта (излучателя и приемника). Конечно, устройство, работающее с таким интерфейсом, также должно иметь инфракрасный приемник и передатчик.

По своим свойствам интерфейс SIR близок к интерфейсу стандарта RS-232C. Скорость передачи по инфракрасному каналу составляет до 115 Кбит/с (в последних спецификациях — до 4 Мбит/с). Обмен данными — асинхронный (без синхронизации), то есть последовательный. Для обнаружения и устранения ошибок передачи используются алгоритмы проверки контрольной суммы пакетов данных.

Существенным недостатком инфракрасного порта является ограниченный радиус действия (скорость передачи 4 Мбит/с достигается на расстоянии около 1 м). К тому же между приемником и передатчиком не должно быть посторонних предметов.

Несмотря на эти существенные недостатки, инфракрасные порты широко используются для связи различных устройств, особенно мобильных и портативных. Это вызвано тем, что для соединения двух устройств не требуется специальных разъемов и кабелей. Достаточно расположить рядом два устройства (например, переносной компьютер и принтер) /1,2,3,6,12/.

14.1.5 Вопросы

1. Какие характеристики и параметры имеет последовательный порт?
2. Из скольких линий состоит последовательный интерфейс при передаче данных в одну сторону (сколько сигнальных линий) и каком режиме осуществляется передача данных?
3. Как происходит асинхронная передача, какой принят протокол и стандарты скоростей обмена?
4. Как происходит синхронная передача в последовательном интерфейсе?
5. Как реализован последовательный интерфейс на физическом уровне?
6. Из чего состоит последовательный поток данных и формат последовательных данных?
7. Как выглядит стандарт последовательного интерфейса, полная схема соединения по RS-232C, соединение по RS-232C нуль-модемным кабелем (рисунки)?
8. Какие передатчики и приемники использует стандарт RS-232C и как передаются сигналы?
9. Какие сигналы у последовательного интерфейса и назначение контактов разъема последовательного порта (контакт, наименование, направление, операции)?
10. Что представляет собой и какие имеет характеристики последовательный интерфейс RS-485?
11. Что представляет собой и какие имеет характеристики последовательный интерфейс RS-422?
12. Какие характеристики имеют интерфейсы RS-423A, RS-455A.?

14.2 Параллельный интерфейс

Порт параллельного интерфейса был введен для подключения принтера - LPT-порт (Line Printer - построчный принтер).

Адаптер параллельного интерфейса представляет собой набор регистров, расположенных в пространстве ввода/вывода. Регистры порта адресуются относительно базового адреса порта, стандартными значениями которого являются 3BCh, 378h и 278h. Порт может использовать линию запроса аппаратного прерывания, обычно IRQ5 или IRQ7. Порт имеет внешнюю 8-битную шину данных, 5-битную шину сигналов состояния и 4-битную шину управляющих сигналов.

BIOS поддерживает до четырех (иногда до трех) LPT-портов (LPT1 - LPT4) своим сервисом - прерыванием INT 17h, обеспечивающим через них связь с принтером по интерфейсу Centronics. Этим сервисом BIOS осуществляет вывод символа (по опросу готовности, не используя аппаратных прерываний), инициализацию интерфейса и принтера, а также опрос состояния принтера.

Стандарт IEEE 1284-1994. Стандарт на параллельный интерфейс IEEE 1284, принятый в 1994 году, определяет термины SPP, EPP, и ECP. Стандарт определяет пять режимов обмена данными, метод согласования режима, физический и электрический интерфейсы. Согласно IEEE 1284, возможны следующие режимы обмена данными через параллельный порт:

- Compatibility Mode - однонаправленный (вывод) по протоколу Centronics, который соответствует стандартному (традиционному) порту SPP;
- Nibble Mode - ввод байта в два цикла (по 4 бита), используя для приема линии состояния;
- Byte Mode - ввод байта целиком, используя для приема линии данных;
- EPP (Enhanced Parallel Port) Mode - двунаправленный обмен данными, при котором управляющие сигналы интерфейса генерируются аппаратно во время цикла обращения к порту (чтения или записи в порт);
- ECP (Extended Capability Port) Mode - двунаправленный обмен данными с возможностью аппаратного сжатия данных по методу RLE (Run Length Encoding) и использования FIFO-буферов и DMA, где управляющие сигналы интерфейса формируются аппаратно.

Режимы передачи данных. Стандарт IEEE 1284 определяет пять режимов обмена, один из которых полностью соответствует традиционному стандартному программно-управляемому протоколу Centronics. Остальные режимы используются для расширения функциональных возможностей и повышения производительности интерфейса. Стандарт определяет способ согласования режима, по которому программное обеспечение может определить режим, доступный и хосту, и периферийному устройству (или присоединенному второму компьютеру).

Полубайтный режим ввода - Nibble Mode. Режим полубайтного обмена является наиболее общим решением задачи двунаправленного обмена данными, поскольку может работать на всех стандартных (традиционных) портах. Все эти порты имеют 5 линий ввода состояния, используя которые периферийное устройство может посылать в РС байт тетрадами (nibble - полу-байт, 4 бита) за два приема.

Прием байта данных в полубайтном режиме состоит из следующих фаз:

- хост сигнализирует о готовности приема данных установкой низкого уровня на линии HostBusy;
- ПУ в ответ помещает тетраду на входные линии состояния;
- ПУ сигнализирует о действительности тетрады установкой низкого уровня на линии PtrClk;

- хост устанавливает высокий уровень на линии HostBusy, указывая на занятость приемом и обработкой тетрады;
- ПУ отвечает установкой высокого уровня на линии PtrClk;
- шаги 1-5 повторяются для второй тетрады.

Полубайтный режим является способом приема данных с самой большой загрузкой процессора, и поднять скорость обмена выше 50 Кбайт/с практически не удастся. Безусловное его преимущество в том, что он работает на всех портах. Его применяют в тех случаях, когда прием данных от устройства производится в небольших объемах. Однако для связи с адаптерами локальных сетей, внешними дисковыми накопителями и CD-ROM этот режим крайне не эффективен.

Двунаправленный байтный режим Byte Mode. Данный режим обеспечивает прием данных с использованием двунаправленного порта, у которого выходной буфер данных может отключаться установкой бита CR.5 = 1. Как и в стандартный полубайтный режим, данный режим является программно-управляемым.

Прием данных в байтном режиме состоит из следующих фаз:

- хост сигнализирует о готовности приема данных установкой низкого уровня на линии HostBusy;
- ПУ в ответ помещает байт данных на линии DATA[7:0];
- ПУ сигнализирует о действительности тетрады установкой низкого уровня на линии PtrClk;
- хост устанавливает высокий уровень на линии HostBusy, указывая на занятость приемом и обработкой байта;
- ПУ отвечает установкой высокого уровня на линии PtrClk;
- хост подтверждает прием байта импульсом HostClk;
- шаги 1-6 повторяются для каждого следующего байта.

Побайтный режим позволяет поднять скорость обратного канала до скорости прямого канала в стандартном режиме. Однако работать он может только на двунаправленных портах, которые применяются в основном лишь на малораспространенных машинах PS/2.

Режим EPP. Протокол EPP (Enhanced Parallel Port улучшенный параллельный порт) был разработан задолго до принятия IEEE 1284 компаниями Intel, Xircom и Zenith Data Systems. Он предназначался для повышения производительности обмена по параллельному порту. EPP был реализован в чипсете Intel 386SL (микросхема 82360) и в последствии принят множеством компаний как дополнительный протокол параллельного порта. Версии протокола, реализованные до принятия IEEE 1284, немного отличались от нынешнего стандарта.

Протокол EPP обеспечивает четыре типа циклов обмена:

- цикл записи данных;
- цикл чтения данных;
- цикл записи адреса;
- цикл чтения адреса.

Конфигурирование LPT-портов. Управление параллельным портом разделяется на два этапа - предварительное конфигурирование (Setup) аппаратных средств порта и текущее (оперативное) переключение режимов работы прикладным или системным ПО. Оперативное переключение режимов возможно только в пределах режимов, разрешенных при конфигурировании. Таким образом обеспечивается возможность согласования аппаратуры и программного обеспечения и блокировки ложных переключений, вызванных некорректными действиями программы.

Способ и возможности конфигурирования LPT-портов зависят от его исполнения и местоположения. Порт, расположенный на плате расширения (обычно на мультикарте), устанавливаемой в слот ISA или ISA+VLB, обычно конфигурируются джамперами на самой плате. Порт, расположенный на системной плате, обычно конфигурируется через BIOS Setup.

Конфигурированию подлежат следующие параметры:

1. Базовый адрес, который может иметь значение 3BCh, 378h и 278h. При инициализации BIOS проверяет наличие портов по адресам именно в этом порядке и, соответственно, присваивает обнаруженным портам логические имена LPT1, LPT2, LPT3. Адрес 3BCh имеет адаптер порта, расположенный на плате MDA или HGC. Большинство портов по умолчанию конфигурируются на адрес 378h и может переключаться на 278h.

2. Используемая линия запроса прерывания: для LPT1 обычно используется, IRQ7, для LPT2 - IRQ5. Во многих "настольных" применениях прерывание от принтера не используется, и этот дефицитный ресурс PC можно сэкономить. Однако при использовании скоростных режимов ECP (или Fast Centronics) работа по прерываниям может заметно повысить производительность и снизить загрузку процессора.

3. Использование канала DMA для режимов ECP и Fast Centronics - разрешение и номер канала DMA.

Режим работы порта может быть задан в следующих вариантах:

1. SPP - порт работает только в стандартном однонаправленном программно-управляемом режиме.

2. PS/2, он же Bi-Directional - отличается от SPP возможностью реверса канала (с помощью установки CR.5=1).

3. Fast Centronics - аппаратное формирование протокола Centronics с использованием FIFO-буфера и, возможно, DMA.

4. EPP - в зависимости от использования регистров, порт работает в режиме SPP или EPP.

5. ECP - по умолчанию включается в режим SPP или PS/2, запись в ECR может переводится в любой режим ECP, но перевод в EPP записью в ECR кода режима 100 не гарантируется.

6. ECP+EPP - то же, что и ECP, но запись в ECR кода режима 100 переводит порт в режим EPP.

Выбор режима EPP, ECP или Fast Centronics в BIOS Setup или джамперами на плате само по себе не приводит к повышению быстродействия обмена с подключенной периферией, а только дает возможность драйверу и

периферийному устройству установить оптимальный режим в пределах их возможностей. Однако большинство современных драйверов и приложений автоматически пытаются использовать эффективные режимы, так что не стоит умышленно ставить простые режимы без веских на то оснований.

Физический и электрический интерфейс. Стандарт IEEE 1284 определяет физические характеристики приемников и передатчиков сигналов. Спецификации стандартного порта не задавали типов выходных схем, предельных значений величин нагрузочных резисторов и емкости, вносимой цепями и проводниками. На относительно высоких скоростях обмена различие в этих параметрах, как правило, не вызывало проблем совместимости. Однако расширенные режимы (функционально и по скорости передачи) требуют более четких спецификаций. IEEE 1284 определяет два уровня интерфейсной совместимости. Первый уровень (Level I) определен для устройств, не претендующих на высокоскоростные режимы обмена, но использующих возможности смены направления передачи данных. Второй уровень (Level II) определен для устройств, работающих в расширенных режимах, с высокими скоростями и длинными кабелями. К передатчикам предъявляются следующие требования:

- уровни сигналов без нагрузки не должны выходить за пределы $-0,5 \dots +5,5\text{В}$;

- уровни сигналов при токе нагрузки 14 мА должны быть не ниже $+2,4 \text{ В}$ для высокого уровня (V_{OH}) и не выше $0,4 \text{ В}$ для низкого уровня (V_{OL}) на постоянном токе;

- выходной импеданс R_0 , измеренный на разъеме, должен составлять $50 \pm 50 \text{ Ом}$ на уровне $V_{OH}-V_{OL}$ (для обеспечения заданного импеданса в некоторых случаях используют последовательные резисторы в выходных цепях передатчика, где согласование импеданса передатчика и кабеля снижает уровень импульсных помех);

- скорость нарастания (спада) импульса должна находиться в пределах $0,05-0,4 \text{ В/нс}$.

Требования к приемникам:

- допустимые пиковые значения сигналов $-2,0 + 7,0\text{В}$ (выдерживаемые без разрушений и ошибок в работе);

- пороги срабатывания должны быть не выше $2,0 \text{ В}$ (V_{IH}) для высокого уровня и не ниже $0,8 \text{ В}$ (V_{IL}) для низкого;

- приемник должен иметь гистерезис в пределах $0,2 - 1,2 \text{ В}$;

- входной ток микросхемы (втекающий и вытекающий) не должен превышать 20 мкА , входные линии соединяются шиной питания $+5 \text{ В}$ резистором $1,2 \text{ кОм}$;

- входная емкость не должна превышать 50 пФ .

Стандарт IEEE 1284 определяет три типа используемых разъемов. Типы A(DB-25) и B (Centronics-36) используется в традиционных кабелях подключения принтера, тип C - новый малогабаритный 36-контактный разъем.

Рекомендуемые схемы входных, выходных и двунаправленных цепей приведены на рисунке 14.11 и 14.12.

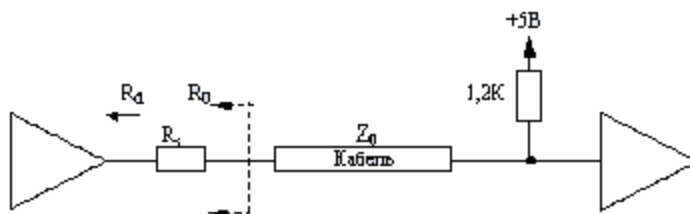


Рисунок 14.11 - Оконечные цепи однонаправленной линии

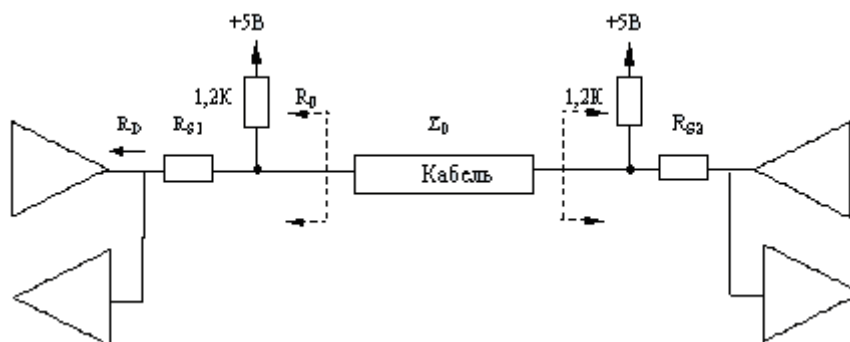


Рисунок 14.12 - Оконечные цепи двунаправленной линии

Интерфейсные кабели, традиционно используемые для подключения принтера, обычно имеют от 18 до 25 проводников, в зависимости от числа проводников в цепи GND. Эти проводники могут быть как перевитыми, так и нет. К экранированию кабелей жестких требований не предъявлялось. Такие кабели вряд ли будут надежно работать на скорости 2 Мбайт/с и при длине более 2 метра. Стандарт IEEE 1284 регламентирует и свойства кабелей:

- все сигнальные линии должны быть перевитыми с отдельными обратными (общими) проводами;
- каждая пара должна иметь импеданс $62 \pm 6 \text{ Ом}$ в частотном диапазоне 4-16 МГц;
- уровень перекрестных помех между парами не должен превышать 10%;
- кабель должен иметь экран (фольгу), покрывающий не менее 85% внешней поверхности (на концах кабеля экран должен быть окольцован и соединен с контактом разъема).

Кабели, удовлетворяющие этим требованиям, маркируются надписью "IEEE Std 1284-1994 Compliant". Они могут иметь длину до 10 метров.

Особенности интерфейса Centronics.

Интерфейс Centronics благодаря простоте сопряжения и удобству программирования широко используется для подключения к компьютеру нестандартных внешних устройств. Однако выбор разработчиком именно этого интерфейса для связи своего устройства с компьютером должен быть осознанным и учитывать ряд уже упоминавшихся ограничений.

Во-первых, возможности реализации различных протоколов информационного обмена с устройством через параллельный порт невелики. Действительно, небольшое количество сигнальных линий интерфейса и возможности его программирования не позволяют реализовать обмен по прерываниям или прямой доступ к памяти. Практически приходится ограничиваться программно-управляемым обменом.

Кроме того, так как интерфейс Centronics является программно-управляемым, скорость информационного обмена не может быть особенно велика и оказывается напрямую связанной с быстродействием компьютера. Поэтому не имеет смысла сопряжение через параллельный порт устройств, требующих обработки или передачи больших объемов информации в реальном масштабе времени. Кроме того, зависимость скорости информационного обмена от быстродействия компьютера делает практически нереализуемыми без специальных ухищрений быстродействующие синхронные протоколы связи.

Имеется также ограничение на длину линии связи устройства, подключенного к интерфейсу Centronics. Оно должно располагаться на расстоянии не более 1.5 - 2 метров от компьютера.

Еще одной особенностью интерфейса Centronics является отсутствие на его разъеме шин питания (есть только "земля"). Это означает, что сопрягаемое устройство должно использовать внешний источник питания. Вообще говоря, в ряде случаев это не только не является недостатком интерфейса, а даже скорее его достоинством.

Основным достоинством интерфейса Centronics является его стандартность - он есть на каждом компьютере и на всех компьютерах работает одинаково (правда с разной скоростью). Для подключения внешнего устройства к параллельному порту не требуется открывать системный блок компьютера, что для многих пользователей может стать проблемой. Надо только подсоединить кабель к разъему на его задней стенке.

Можно также отметить такое достоинство интерфейса Centronics, как простота его программирования на любом уровне. В большинстве языков программирования имеются процедуры взаимодействия с принтером, которые легко использовать и для программирования нестандартного устройства. А так как с точки зрения программирования Centronics представляет собой три программно доступных регистра, не вызывает затруднений и написание программ нижнего уровня.

Итак, стандартный интерфейс Centronics можно рекомендовать в первую очередь для сопряжения с компьютером относительно несложных устройств без предъявления жестких требований по скорости информационного обмена и длине линии связи.

Порядок обмена по интерфейсу Centronics.

Первоначальным назначением интерфейса было подключение к компьютеру принтеров различных типов. Поэтому распределение контактов разъема, назначение сигналов, программные средства управления интерфейсом ориентированы именно на это использование. В то же время с помощью данного интерфейса можно подключать к компьютеру и другие устройства, имеющие разъем Centronics, а также специально разработанные УС.

Основным достоинством использования интерфейса Centronics для подключения УС по сравнению например с ISA является значительно меньший риск вывести компьютер из строя. Главный недостаток - значительно меньшая скорость обмена. Назначение 36 контактов разъема стандартного Centronics приведено в таблице 14.6.

Сигналы Centronics имеют следующее назначение (тип выходных каскадов для всех сигналов - ТТЛ):

1. D0...D7 - 8-разрядная шина данных для передачи из компьютера в принтер. Логика сигналов положительная.

2. nSTROBE - сигнал стробирования данных. Данные действительны как по переднему, так и по заднему фронту этого сигнала. Сигнал говорит приемнику (принтеру), что можно принимать данные.

3. nACK - сигнал подтверждения принятия данных и готовности приемника (принтера) принять следующие данные. То есть здесь реализуется асинхронный обмен.

4. BUSY - сигнал занятости принтера обработкой полученных данных и неготовности принять следующие данные. Активен также при переходе принтера в состояние off-line или при ошибке, а также при отсутствии бумаги. Компьютер начинает новый цикл передачи только после снятия -ACK и после снятия BUSY.

5. nAUTOFEED - сигнал автоматического перевода строки. Получив его, принтер переводит каретку на следующую строку.

6. PE - сигнал конца бумаги. Получив его, компьютер переходит в режим ожидания. Если в принтер вставить лист бумаги, то сигнал снимается.

7. SELECT- сигнал готовности приемника. С его помощью принтер говорит о том, что он выбран и готов к работе. У многих принтеров имеет постоянно высокий уровень.

8. nSELECTIN - сигнал принтеру о том, что он выбран и последует передача данных.

9. nERROR - сигнал ошибки принтера. Активен при внутренней ошибке, переходе принтера в состояние off-line или при отсутствии бумаги.

10. nINIT - сигнал инициализации (сброса) принтера. Его длительность не менее 2,5 мкс. Происходит очистка буфера печати.

Перед началом цикла передачи данных компьютер должен убедиться, что сняты сигналы BUSY и nACK. После этого выставляются данные, формируется строб, и снимаются данные. Принтер должен успеть принять данные с выбранным темпом. При получении строба принтер формирует сигнал BUSY, а

после окончания обработки данных выставляет сигнал nACK, снимает BUSY и снимает nACK. Затем может начинаться новый цикл.

Все сигналы интерфейса Centronics передаются в уровнях ТТЛ и рассчитаны на подключение одного стандартного входа ТТЛ. Максимальная длина соединительного кабеля по стандарту - 1,8 М.

Формирование и прием сигналов интерфейса Centronics производится путем записи и чтения выделенных для него портов ввода/вывода. В компьютере может использоваться три порта Centronics, обозначаемых LPT1 (базовый адрес 278h), LPT2 (базовый адрес 278h) и LPT3 (базовый адрес 3BCh). При этом LPT3 используется в том случае, когда контроллер принтера находится на плате графического адаптера Hercules или EGA. Прерывания портов принтеров (IRQ5 для LPT2 и IRQ7 для LPT1) используются очень редко.

Базовый адрес порта используется для передачи принтеру байта данных. Установленные на линиях данные можно считать из этого же порта. Следующий адрес (базовый +1) служит для чтения битов состояния принтера (бит 3 соответствует сигналу nERROR, бит 4 - сигналу SELECT, бит 5 - сигналу PE, бит 6 - сигналу nACK, бит 7 - сигналу BUSY). Последний используемый адрес (базовый + 2) предназначается для записи битов управления принтером (бит 0 соответствует сигналу nSTROBE, бит 1 - сигналу nAUTOFEED, бит 2 - сигналу nINIT, бит 3 - сигналу nSELECTIN и наконец бит 4, равный единице, разрешает прерывание от принтера).

Компьютер имеет хотя бы один порт LPT, разъем на компьютере представляет собой 25-контактную розетку D-типа /1/. Внешний вид разъема приведён на рисунке 14.13, а назначение контактов – в таблице 14.6.

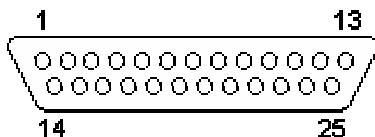


Рисунок 14.13 – Стандартный разъем параллельного порта ЭВМ.

В данной таблице, назначение сигналов приведено с точки зрения их применения для подключения принтера. В общем же случае, эти сигналы могут быть использованы для связи с другими внешними устройствами. При работе с внешними устройствами, наиболее приемлемым методом является прямая запись в порт и чтение из него /1/. При этом базовый адрес порта 1 можно получить в памяти по адресу 0000:0408 – 0000:0409h, порта 1 – 0000:040A – 0000:040Bh и так далее. Всего персональный компьютер может иметь до 4 параллельных портов. Общее количество портов можно получить, прочитав байт из ячейки 0000:4011h и проанализировав старшие 2 бита. В таблице 2 приведено назначение регистров параллельного порта /2,3,6,12/.

Таблица 14.6 – Назначение контактов разъема параллельного порта

Вывод	Наименование	Направление относительно ЭВМ	Описание
1	/STROBE	Выход	Строб данных
2	D0	Выход	Бит данных 0
3	D1	Выход	Бит данных 1
4	D2	Выход	Бит данных 2
5	D3	Выход	Бит данных 3
6	D4	Выход	Бит данных 4
7	D5	Выход	Бит данных 5
8	D6	Выход	Бит данных 6
9	D7	Выход	Бит данных 7
10	ACK	Вход	Подтверждение приёма данных
11	BUSY	Вход	Принтер не готов к приёму новых данных
12	PE	Вход	Конец бумаги
13	SEL	Вход	Выбор, готовность принтера к работе
14	AUTOFD	Выход	Автоматический перевод строки
15	ERROR	Вход	Ошибка принтера
16	INIT	Выход	Инициализация, принтера
17	SELIN	Выход	Принтеру выбран
18	GND	-	Корпус
19	GND	-	Корпус
20	GND	-	Корпус
21	GND	-	Корпус
22	GND	-	Корпус
23	GND	-	Корпус
24	GND	-	Корпус
25	GND	-	Корпус

Таблица 14.7 – Назначение регистров параллельного порта

Смещение	Номер бита	Номер на разъёме	Назначение
1	2	3	4
1	2	3	4
0	0 – 7	2- 9	Байт данных
1	3	15	Ошибка
1	4	13	выбор принтера
1	5	12	конец бумаги
1	2	3	4
1	6	10	Запрос от ВУ
1	7	11	Устройство занято
2	0	1	Строб данных
2	1	14	Перевод строк
2	2	16	Инициализация
2	3	17	Выбор принтера
2	4	-	Разрешения аппаратных прерываний
2	5	-	Управление направлением передачи

14.2.1 Вопросы

1. Что представляет собой адаптер параллельного интерфейса?
2. Сколько LPT-портов поддерживает BIOS?
3. Какие, согласно IEEE 1284, возможны режимы обмена данными через параллельный порт?
4. Сколько режимов обмена определяет Стандарт IEEE 1284 для параллельного интерфейса?
5. Какие сигналы LPT-порта в полубайтном режиме ввода и какие контакты им соответствуют?
6. Какие сигналы LPT-порта в байтном режиме ввода/вывода и какие контакты им соответствуют?
7. Каким образом осуществляется управление параллельным портом (предварительное конфигурирование и текущее (оперативное) переключение режимов работы прикладным или системным ПО)?
8. Что представляет собой физический и электрический интерфейс по стандарту IEEE 1284?
9. Какие требования предъявляются к передатчикам интерфейса?
10. Какие требования предъявляются к приемникам интерфейса?
11. Как представляются конечные цепи однонаправленной линии (схема, работа)?
12. Как представляются конечные цепи двунаправленной линии (схема, работа)?

13. Что представляет собой интерфейсные кабели, какие параметры, характеристики и из чего состоят?
14. Какое назначение контактов разъема параллельного порта?
15. Какое назначение регистров параллельного порта?

14.3 Интерфейс USB

Шина USB (Universal Serial Bus - универсальная последовательная шина) появилась по компьютерным меркам довольно давно - версия первого утвержденного варианта стандарта появилась 15 января 1996 года. Разработка стандарта была инициирована весьма авторитетными фирмами - Intel, DEC, IBM, NEC, Northern Telecom и Compaq.

Основная цель стандарта, поставленная перед его разработчиками - создать реальную возможность пользователям работать в режиме Plug&Play с периферийными устройствами. Это означает, что должно быть предусмотрено подключение устройства к работающему компьютеру, автоматическое распознавание его немедленно после подключения и последующей установки соответствующих драйверов. Кроме этого, желательно питание маломощных устройств подавать с самой шины. Скорость шины должна быть достаточной для подавляющего большинства периферийных устройств. Контроллер USB занимает только одно прерывание независимо, от количества подключенных к шине устройств.

14.3.1 Технические характеристики

Возможности USB следуют из ее технических характеристик:

- высокая скорость обмена (full-speed signaling bit rate) - 12 Mb/s;
- максимальная длина кабеля для высокой скорости обмена - 5 м;
- низкая скорость обмена (low-speed signaling bit rate) - 1.5 Mb/s;
- максимальная длина кабеля для низкой скорости обмена - 3 м;
- максимальное количество подключенных устройств (включая разнотипные) – 127;
- возможно подключение устройств с различными скоростями обмена;
- отсутствие необходимости в установке пользователем дополнительных элементов, таких как терминаторы для SCSI;
- напряжение питания для периферийных устройств - 5 V;
- максимальный ток потребления на одно устройство - 500 мА.

Поэтому целесообразно подключать к USB практически любые периферийные устройства, кроме цифровых видеокамер и высокоскоростных жестких дисков. Особенно удобен этот интерфейс для подключения часто подключаемых/отключаемых приборов, таких как цифровые фотокамеры. Конструкция разъемов для USB рассчитана на многократное сочленение/расчленение.

Возможность использования только двух скоростей обмена данными ограничивает применяемость шины, но существенно уменьшает количество линий интерфейса и упрощает аппаратную реализацию.

Питание непосредственно от USB возможно только для устройств с малым потреблением, таких как клавиатуры, мыши, джойстики и т.п.

14.3.2 Кабели и разъемы

Сигналы USB передаются по 4-х проводному кабелю

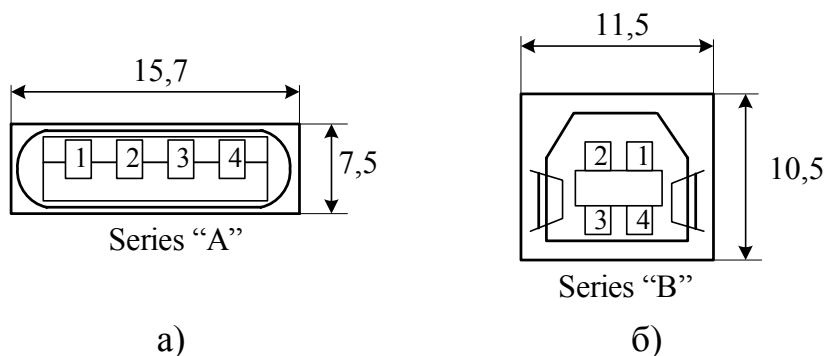


Рисунок 14.4 – Конструкция разъемов USB

Разъем (рисунок 14.4 а) предназначены только для подключения к источнику, т.е. к компьютеру или хабу . Разъем (рисунок 14.4 б) предназначены только для подключения к периферийному устройству.

Таблица 14.8 - Назначение контактов разъема USB порта

Номер контакта	Назначение	Цвет провода
1	V BUS	Красный
2	D-	Белый
3	D+	Зеленый
4	GND	Черный
Оплетка	Экран	Оплетка

Здесь GND - цепь "корпуса" для питания периферийных устройств, VBus - +5V также для цепей питания. Шина D+ предназначена для передачи данных по шине, а шина D- для приема данных.

Кабель для поддержки полной скорости шины (full-speed) выполняется как витая пара, защищается экраном и может также использоваться для работы в режиме минимальной скорости (low-speed). Кабель для работы только на минимальной скорости (например, для подключения мыши) может быть любым и неэкранированным.

Устройство USB должно иметь интерфейс USB, обеспечивающий поддержку протокола USB, выполнение стандартных операций(конфигурирование и сброс) и стандартное представление

информации, описывающей устройство. Многие устройства, подключаемые к USB, имеют в своем составе и "функции" и хабы.

Работой всей системы USB управляет хост-контроллер, являющийся программно-аппаратной подсистемой хост-компьютера.

Физическое соединение устройств осуществляется по топологии многоярусной звезды. Центром каждой звезды является хаб, каждый кабельный сегмент соединяет две точки - хаб с другим хабом или хаб с функцией. В системе USB имеется только один хост-контроллер, расположенный в вершине пирамиды устройств и хабов USB. Хост-контроллер интегрируется с корневым хабом(root hub), обеспечивающим одну или несколько точек подключения - портов. Контроллер USB, входящий в состав чипсетов многих современных системных плат обычно имеет двухпортовый хаб.

Хаб - ключевой элемент системы Plug-and-Play в архитектуре USB. Хаб является кабельным концентратором, точки подключения называются портами хаба. Каждый хаб преобразует одну точку подключения в их множество. Архитектура подразумевает возможность соединения нескольких хабов.

У каждого хаба имеется один восходящий порт(upstream port), предназначенный для подключения к хосту и ли к хабу верхнего уровня. Остальные порты являются нисходящими(downstream) и предназначены для подключения функций и хабов нижнего уровня. Хаб может распознать подключение или отключение устройств к этим портам и управлять подачей питания на их сегменты. Каждый из этих портов индивидуально может быть разрешен или запрещен и сконфигурирован на полную или ограниченную скорость обмена. Хаб обеспечивает изоляцию сегментов с низкой скоростью от высокоскоростных.

Хабы могут иметь возможность управления подачей питания на нисходящие порты, предусмотрена управляемая установка ограничения на ток, потребляемый каждым портом.

Система USB разделяется на три уровня с определенными правилами взаимодействия. Устройство USB делится на интерфейсную часть, часть устройства и функциональную часть. Хост тоже делится на три части - интерфейсную, системную и ПО устройства. Каждая часть отвечает только за определенный круг задач, взаимодействие между ними показано на рисунке 14.5.

Компоненты:

1. Физическое устройство USB - устройство на шине, выполняющее функции, интересующие пользователя.
2. Client SW - программное обеспечение, соответствующее конкретному устройству, исполняемое на хост-компьютере. Может являться составной частью ОС или специальным продуктом.
3. USB System SW - системная поддержка USB операционной системой, независимая от конкретных устройств и клиентского ПО.

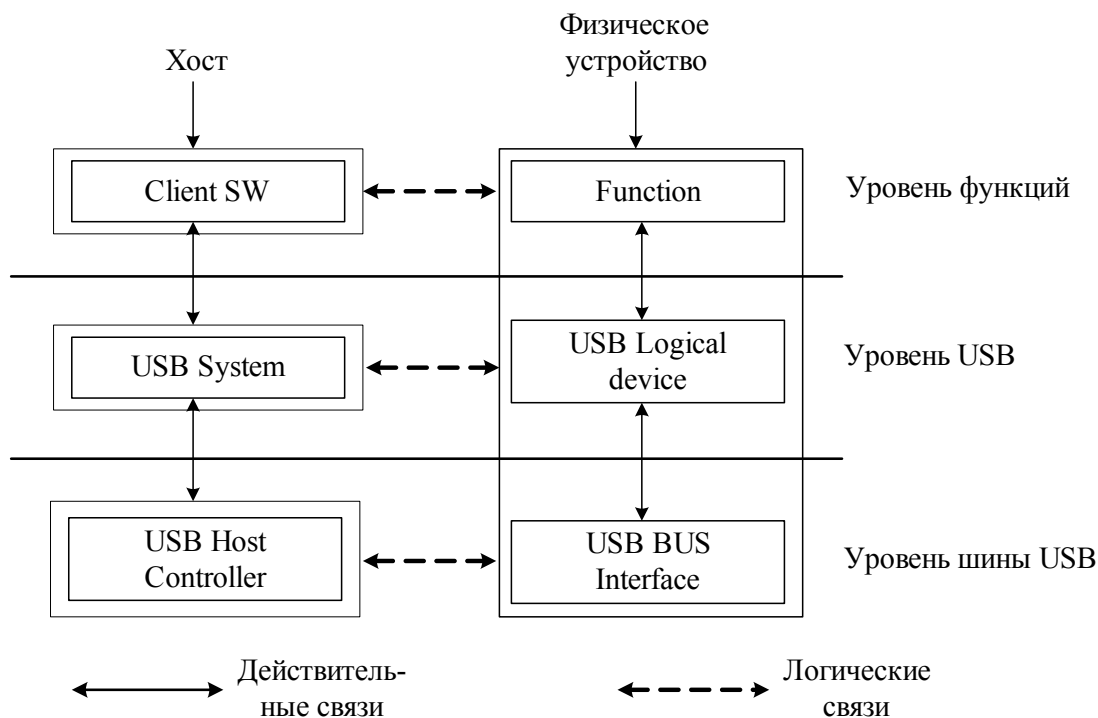


Рисунок 14.5 - Взаимодействие компонентов USB

Передача по двум проводам не ограничивается лишь дифференциальными сигналами. Кроме дифференциального приемника, каждое устройство имеет и линейные приемники сигналов D+ и D-, а передатчики этих линий управляются индивидуально. Это позволяет различать множество состояний линии, используемых для организации аппаратного интерфейса. Состояния Diff0 и Diff1 определяются по разности потенциалов на линиях D+ и D- более 200 мВ при условии, что на одной из них потенциал выше порога срабатывания VSE. Состояние, при котором на обоих входах D+ и D- присутствует низкий уровень называется линейным нулем (SE0 - single-ended zero). Интерфейс определяет следующие состояния:

- Data J State и Data K State - состояния передаваемого бита (определяются через состояния Diff0 и Diff1).
- Idle State - пауза на шине.
- Resume State - сигнал "пробуждения" для вывода устройства из спящего режима.
- Start of Packet (SOP) - начало пакета(переход из "Idle" в "K").
- End of Packet (EOP) - конец пакета.
- Disconnect - устройство отключено от порта.
- Connect - устройство подключено к порту.
- Reset - сброс устройства.

Состояния определяются сочетаниями дифференциальных и линейных сигналов, для полной и низкой скоростей состояния Diff0 и Diff1 имеют противоположное назначение. В декодировании состояние Disconnect, Connect

и Reset принимается во внимание и время нахождения линий (более 2.5 мс) в определенных состояниях.

Шина имеет два режима передачи. Полная скорость передачи сигналов USB составляет 12 Мбит/с, низкая - 1.5 Мбит/с. Для полной скорости используется экранированная витая пара с импедансом 90 Ом и длиной сегмента до 5 м, для низкой - невитой и неэкранированный кабель при длине сегмента до 3 м. Одна и та же система может использовать оба режима, переключение для устройств осуществляется прозрачно. Низкая скорость предназначена для работы с небольшим количеством устройств, не требующих высокой пропускной способности канала.

Скорость, используемая устройством, подключенным к конкретному порту определяется хабом по уровням сигналов на линиях D+ и D-, смещаемых нагрузочными резисторами R2 приемопередатчиков. Сигналы кодируются по методу NRZI (Non Return To Zero Invert) - при переходе сигнала из 0 в 1 сигнал NRZI не изменяется, а при переходе из 1 в 0 - изменяется на противоположный. Каждому пакету предшествует поле SYNC, позволяющее приемнику настроиться на частоту передатчика.

Кроме сигнальной пары кабель имеет линии VBus и GND для передачи питающего напряжения 5В к устройствам.

Разъемы для подключения к хамам и для подключения к устройствам различаются механически, что исключает возможность неверного соединения.

Питание устройства USB возможно как от кабеля так и от собственного блока питания.

Хост обеспечивает питанием непосредственно подключенные к нему устройства. Каждый хаб обеспечивает питание устройств, подключенным к его нисходящим портам.

USB имеет развитую систему управления энергопотреблением. Хост компьютер может иметь собственную систему управления энергопотреблением, к которой логически подключается одноименная система USB. Программное обеспечение USB взаимодействуя с этой системой поддерживает такие события как приостанов (SUSPEND) или восстановление (RESUME). Кроме того, устройства USB могут сами являться источниками событий, обрабатываемых системой управления энергопотреблением.

Типы передачи данных. USB поддерживает несколько режимов связи, как однонаправленных, так и двунаправленных. Передача данных производится между ПО хоста и конкретной конечной точкой устройства. Устройство может иметь несколько конечных точек, связь с каждой из них устанавливается независимо от других.

В архитектуре USB существуют четыре типа передаваемых данных:

1. Управляющие послышки (Control transfers)- используются для конфигурирования во время подключения и в процессе работы для управления устройствами. Протокол обеспечивает гарантированную доставку данных. Длина поля данных управляющей послышки не превышает 64 байт для полной скорости и 8 байт для низкой.

2. Сплошные передачи (Bulk Data Transfer) сравнительно больших пакетов без жестких требований ко времени доставки. Эти передачи занимают всю свободную полосу пропускания шины не занятую другими классами передач. Пакеты имеют поле данных размером 8, 16, 32 или 64 байт. Приоритет этих передач самый низкий, они могут приостановиться при большой загрузке шины. Допускаются только на полной скорости передачи.

3. Прерывания (Interrupts) - короткие (до 64 байт на полной скорости и до 8 на низкой) передачи типа вводимых символов или координат. Прерывания имеют спонтанный характер и должны обслуживаться не медленнее чем того требует устройство. Предел времени обслуживания устанавливается в диапазоне 1-255 мс для полной скорости и 10-255 мс для низкой.

4. Изохронные передачи - непрерывные передачи в реальном времени, занимающие предварительно согласованную часть пропускной способности шины и имеющие заданную задержку доставки. В случае обнаружения ошибки изохронные данные передаются без повтора - недействительные пакеты просто игнорируются.

Полоса пропускания шины делится между всеми установленными каналами. Выделенная полоса закрепляется за каналом и если установка нового канала требует такой полосы, которая не вписывается в уже существующее распределение, запрос на выделение канала отвергается.

Архитектура USB предусматривает внутреннюю буферизацию всех устройств. USB должна обеспечивать обмен с такой скоростью, что бы задержка данных в устройстве, вызванная буферизацией, не превышала единиц миллисекунд.

Изохронные передачи классифицируются по способу синхронизации конечных точек с системой: различают асинхронный, синхронный и адаптивный классы устройств, каждому из которых соответствует свой тип канала USB.

Устойчивость к ошибкам обеспечивают следующие свойства USB:

- высокое качество сигналов, обеспечиваемое дифференциальными приемниками, передатчиками и экранированием кабелей;
- защита полей управления и данных CRC-кодами;
- обнаружение подключения и отключения устройств, конфигурирование ресурсов на системном уровне;
- самовосстановление протокола с использованием тайм-аута при потере пакетов;
- управление потоком для обеспечения изохронности и управления аппаратными буферами;
- независимость одних функций от неудачных обменов с другими функциями, обеспечиваемая конструкцией каналов.

Для обнаружения ошибок передачи каждый пакет использует контрольные поля CRC-кодов, позволяющие обнаруживать одиночные и двойные битовые ошибки. Аппаратные средства обнаруживают ошибки передачи, а контроллер производит трехкратную попытку передачи. Если эти

попытки безуспешны, то сообщение об ошибке передается клиентскому ПО для программной обработки.

Системное конфигурирование. USB поддерживает подключение и отключение устройств во время работы шины. Нумерация устройств шины является постоянным процессом отслеживающим динамические изменения физической топологии.

Нумерация устройств, подключенных к шине, осуществляется динамически по мере подключения или отключения их питания без какого-либо вмешательства пользователя или клиентского ПО /2,6,12/.

14.3.3 Вопросы

1. Какое назначение и какими характеристиками обладает интерфейс USB?
2. Какие сигналы и по какому кабелю (сколько жил в кабеле) передаются в интерфейсе USB?
3. На какие части делится устройство USB?
4. Каким образом осуществляется взаимодействие компонентов USB?
5. Что представляет собой физический интерфейс USB?
6. Какие состояния определяет интерфейс?
7. Сколько режимов передачи имеет USB?
8. Сколько и какие типа передаваемых данных существуют в архитектуре USB?
9. Каковы характеристики USB 2.0?
10. Назначение выводов разъема USB?

Список использованных источников

- 1 Сопряжения датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ. / Под ред. У.Томпкинса, Дж. Уэбсера. - М.: Мир, 1992. - 592с.
- 2 **Мячев А.А.** Интерфейсы систем обработки данных: справочник / А.А. Мячев, В.Н. Степанов, В.К. Щербо; Под ред. А.А. Мячева. - М.: Радио и связь, 1989. - 416с.
- 3 **Бычков Е.А.** Архитектуры и интерфейсы персональных компьютеров / Е.А.Бычков. - М.: Центр, 1993. - 152с.
- 4 **Гуляев С.Э.** Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC /С.Э.Гуляев, О.А.Калашников, Ю.В.Новиков. – М.: ЭКОМ, 1998. – 224с.
- 5 **Гук М.** Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М.Гук – СПб.: Питер, 2000. – 816 с.
- 6 **Гук М.** Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия / М.Гук – СПб.: Питер, 2002. – 527 с.
- 7 Руководство по поиску неисправностей и ремонту компьютеров IBM PC/ Под ред. Е.А. Бычкова - М.: Радио и связь, 1992. - 192с.
- 8 **Симонович С.В.**, Евсеев Г.А. Устройство персонального компьютера/ С.В.Симонович, Г.А.Евсеев. - М.: «АСТ-пресс», 1998. – 480с.
- 9 **Голенкова Ж.К.** Руководство по архитектуре IBM PC /Ж.К. Голенкова, А.В. Заблоцкий, М.Л. Мархасин и др. - Мн.: ООО «Консул», 1992. - 949с.
- 10 **Фролов А.В.**, Фролов Г.В. Аппаратное обеспечение IBM PC/ А.В.Фролов, Г.В.Фролов. - М.: «Диалог-МИФИ», 1992. - 253с.
- 11 Стандарт IBM PC . Справочник. Устройство, установка, техническое обслуживание и ремонт персональных компьютеров/ Под ред. Г.И. Карпова. – Кишинев.: ВИРТ, 1991. - 182с.
- 12 **Пей Ан** Сопряжение ПК с внешними устройствами/Пей Ан, пер. с англ. Мерещука П.В. – 2-е изд., стер. – М.: Питер, 2004. – 215с.
- 13 **Воронов М.А.** Ремонт мониторов / М. А. Воронов, А. В. Родин, Н. А. Тюнин.- М.: Солон-Р, 2000.- 254с.