



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет автоматики и вычислительной техники
Кафедра электронных вычислительных машин

Лекционный материал

«Периферийные устройства»

Киров 2007

Требования, предъявляемые к ПУ

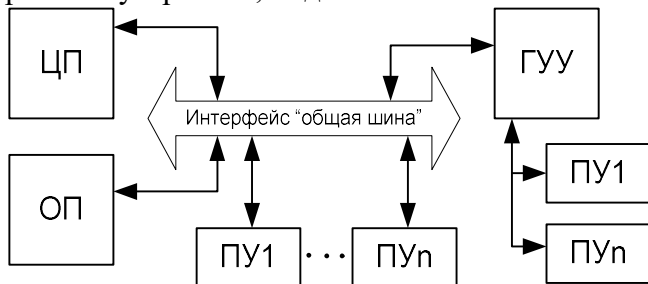
Независимо от типа электронной вычислительной машины ее можно представить в виде центральной части, куда входит центральный процессор, память, и совокупности устройств для связи с внешней средой.

Непосредственная связь ЭВМ с внешней средой осуществляется посредством периферийных устройств, а организация обмена между ядром ЭВМ и периферийных устройств возлагается на систему ввода-вывода. Система ввода-вывода – это совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих обмен информацией между центральной частью ЭВМ и внешней средой, в том числе и с другими ЭВМ. При этом информация преобразуется в форму, пригодную для восприятия оператором, либо объектом управления ЭВМ (и наоборот).

Существует 2 основных способа построения системы ввода-вывода в вычислительных системах:

- 1) посредством общей шины;
- 2) с помощью каналов ввода-вывода.

1) Первый способ используется в мини и микро ЭВМ, при сравнительно небольшом числе периферийных устройств, подключаемых к ЭВМ.



ГУУ – групповое устройство управления.

Интерфейс – это система связей, сигналов и алгоритмов обмена.

Общая шина отличается простотой реализации при достаточно большом быстродействии. Недостатком является небольшое число подключаемых периферийных устройств (порядка 10).

При этом способе возможно три различных вида обмена информацией:

- 1) программный обмен. Когда программа пользователя проверяет готовность периферийных устройств и производит с ними обмен по мере готовности;
- 2) с использованием системы прерываний процессора. При этом, когда периферийное устройство готово к обмену информацией, оно вызывает прерывание текущего состояния процессора и выполнение подпрограммы обработки прерываний от данного устройства;
- 3) прямой доступ к памяти (ПДП). Обеспечивается обмен информацией между периферийными устройствами и оперативной памятью без участия центрального процессора.

2) **Каналов ввода-вывода.** Используются в универсальных и больших ЭВМ. Обеспечивают высокое быстродействие и большое число подключаемых периферийных устройств (около 1000). Недостатком данного метода является сложность исполнения аппаратных и программных средств, необходимых для реализации обмена.

В современных супер ЭВМ с большим быстродействием для ввода-вывода информации используются мини ЭВМ. В процессе развития средств вычислительной техники роль периферийных устройств постоянно возрастает, причиной этому служит увеличение объема обрабатываемой информации, числа пользователей, и необходимость ввода-вывода информации в эстетичной и удобной для человека форме.

Требования, предъявляемые к периферийным устройствам.

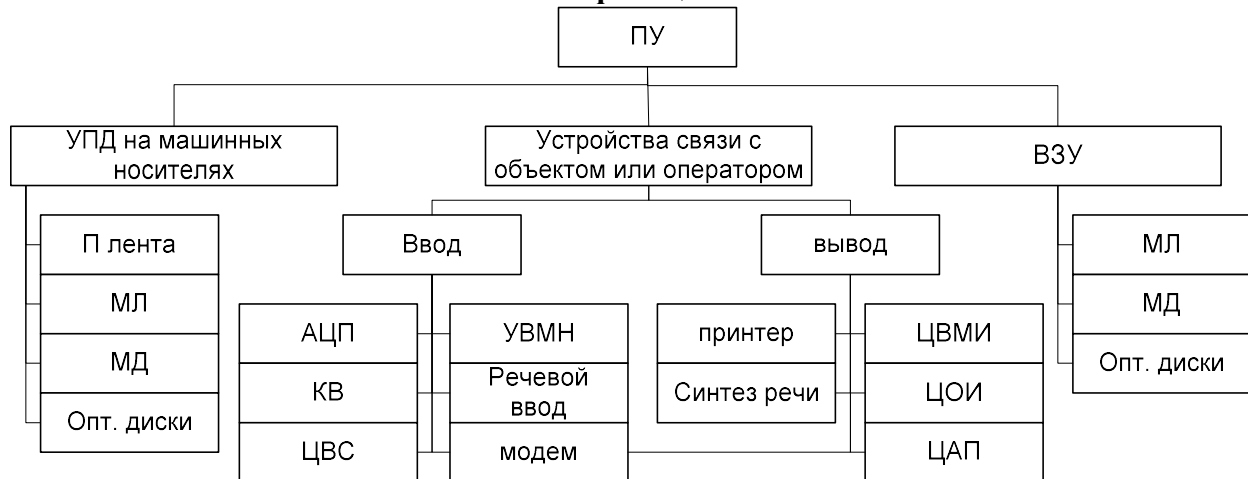
- 1) технические – определяют:
 - быстродействие;
 - объем памяти;
 - точность работы;
 - качество информации.
- 2) конструктивные включают в себя компоновочные вопросы:
 - минимальные габариты;
 - минимальный вес;
 - максимальное использование стандартных деталей;
 - минимальная номенклатура деталей;
 - ремонтпригодность;
 - хороший доступ к узлам при ремонте и замене.

3) эксплуатационные требования включают:

- наличие в комплекте аппаратуры для профилактического контроля и наладки;
- наличие системы тестовых программ для поддержания работоспособности системы;
- надежность устройства;
- долговечность устройства;
- соответствие климатическим условиям эксплуатации;
- учет инженерной психологии.

4) экономические требования:

- минимальные затраты на расходные материалы и электроэнергию.

Классификация ПУ

где УПД – устройство подготовки данных на машинных носителях;

П лента – перфолента;

МЛ – магнитные ленты;

УВМН – устройство ввода с машинного носителя;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

КВ – клавиатура;

УВ с документами – сканеры, символьные, графические;

УВМН – устройство вывода на магнитный носитель;

УОИ – устройство отображения информации (дисплей);

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

ВЗУ – внешние запоминающие устройства.

ПУ:

1. Устройства подготовки данных на машинных носителях: устройства подготовки данных на магнитных лентах/дисках, лазерных дисках, перфолентах.

2. Устройства связи с объектом или оператором: устройства ввода информации (устройства ввода с машинных носителей, клавиатуры, устройства речевого ввода, аналого-цифровые преобразователи, устройства ввода с первичного документа, различные сетевые адаптеры) и устройства вывода информации (устройства вывода на машинных носителях, устройства регистрации – принтеры и графопостроители, – синтезаторы речи, ЦАП, устройства отображения информации – различные типы мониторов, – сетевые адаптеры).

3. Внешнее ЗУ, предназначенные для хранения большого объема информации: накопители на оптических дисках, накопители на магнитных дисках, магнитных лентах.

Представление информации в ЭВМ и ПУ

Носитель информации – физическое тело, используемое при записи для сохранения в нем или на его поверхности сигналов информации. В процессе записи производится преобразование сигналов записываемой информации в пространственное изменение состояния или формы носителя. По характеру использования носители: однократной и многократной записи информации.

К важнейшим характеристикам носителя относят линейную, поверхностную или объемную плотность записи информации, которая непосредственно определяет скорость записи и воспроизведения информации и стоимость хранения каждого бита информации.

В цифровых ЭВМ информация представляется с помощью различных типов кодирования.

Виды информации: числа и символы. Числа кодируются двоичными кодами, каждый разряд которого имеет свой числовой вес. При обмене с ПУ широко используются символы, которые также кодируются восьмью или более разрядными двоичными кодами. Набор символов, который может быть использован при обмене информацией с ПУ определяется международными стандартами. Стандартный набор и таблица символов включают в себя:

- прописные и строчные латинские буквы;
- прописные и строчные буквы национального алфавита;
- арабские цифры;
- знаки препинания, арифметические и логические операции;
- символы псевдографики;
- служебные или управляющие символы (вызывают некоторые действия, влияющие на процесс регистрации, передачи, обработки или интерпретации данных):
 - символы связи, которые указывают на границы соответствующих смысловых частей передаваемой информации – начало текста, конец текста, начало передачи, конец передачи
 - символы формата: для управления принтером или устройством отображения в целях получения формата текста нужного вида, например, возврат каретки, перевод строки, табуляция
 - символы устройств, предназначенные для включения или выключения вспомогательной аппаратуры в линии данных – код звукового сигнала
 - символы – разделители информации
 - символы расширения, которые в сочетании с другими символами означают нестандартные графические или служебные символы.

Стандартные коды

Стандартный кодовый набор не содержит многие широко используемые символы (например, символы греческого алфавита), поэтому в составе служебных символов предусмотрены расширенные (ESC), которые в сочетании с другими символами означают нестандартные, графические или служебные символы.

К стандартным кодам относят восьми разрядный ASCII код.

В столбцах 0, 1, 2 содержатся вспомогательные и служебные символы. В третьем столбце содержатся арабские цифры и знаки. В четвертом, пятом – заглавные латинские буквы. В шестом, седьмом – строчные латинские буквы. В восьмом, девятом и в А – дополнительные символы или национальные алфавиты. В столбцах В, С, D – символы псевдографики. В столбцах Е, F – дополнительные знаки.

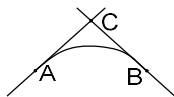
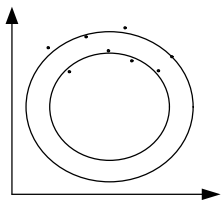
Для России наиболее широко используется модифицированная альтернативная кодировка ГОСТа, отличающегося от ASCII тем, что в восьмом и девятом столбцах содержатся заглавные русские, а в А-Е строчные русские.

Кодировка ASCII используется в DOS различных версий. В операционной системе Windows используется кодовая таблица ANSI. Отличается от ASCII тем, что в столбцах восьмом, девятом и в А, В – дополнительные символы (*, &, @). А в столбцах С, D русской версии – заглавные русские, в английской дополнительные символы. В Е, F – в русской версии строчные, в английской дополнительные символы.

Каждому символу битовой таблицы соответствует своя битовая карта.

Такой способ представления называется растровым описанием символа. Недостаток в том, что они плохо поддаются масштабированию при неизменном разрешении и смене разрешения при неизменных размерах. Например, при разрешении 267*267 потребуется 1200dpi (точек на дюйм).

Для избежания этого недостатка в операционной системе Windows применяется язык описания контурных шрифтов True Type. При этом задаются контуры символов.



А – начало кривой;
В – конец кривой;
С – точка пересечения касательных.

Граница контура образуется кривой второго порядка (параболой). Координаты представляются в сетке 2000*2000 точек. Такое представление позволяет получить масштабируемые шрифты, на аппаратуре с

любым разрешением. Для кодировки символов используется кодовая таблица Unicode, с возможностью представления до 64 Kb символов.

Для получения растрового изображения для шрифта True Type используется операция растривания, которая осуществляется растровым процессором (RastrImageProcessor), который может быть реализован аппаратно или являться драйвером Windows.

Устройства ручного ввода

Наиболее распространенным устройством является клавиатура (КВ), состоящая из трех основных частей: клавишное поле; электронная схема, выполняющая функции шифратора; интерфейсный блок для связи с ЭВМ.

Клавишное поле – это электронно-механический узел, состоящий из набора клавиш. Функционально клавиши подразделяют на несколько групп: алфавитно-цифровые и знаковые клавиши; функциональные клавиши (F1...F12); клавиши перемещения курсора и редактирования; клавиши смены регистра и модификации (Alt, Ctrl, верхний или нижний регистр); клавиши фиксации регистра; клавиши режимов работы клавиатуры; специальные клавиши (ESC, Enter).

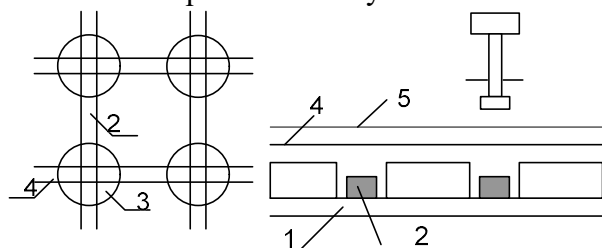
Принцип работы всех клавиш одинаков, отличие проявляется на этапе шифрации, т.е. в кодах соответствующей клавиши. Клавиши располагаются на клавишном поле в наиболее удобном для оператора порядке.

Конструкция клавиш

Клавиша является устройством преобразования механической энергии движения руки человека в электронный сигнал. Существует два основных вида клавиш: контактные и бесконтактные.

1) *Контактные клавиши* выполнены на основе переключателей, в которых нажатие клавишного стержня приводит к включению электромеханического контакта. Они отличаются простотой конструкции и возможностью коммутации относительно большой электрической емкости.

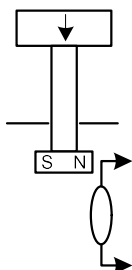
Наиболее широко используются контактные клавиатуры пленочного типа.



1- плата основание из диэлектрика;
система шин на плате основании;
2- диэлектрическая прокладка толщиной 0,5 мм и в ней крупные отверстия;
3- система проводящих шин на гибкой пленке;
4- гибкая пленка.

Основными недостатками контактной клавиатуры является:

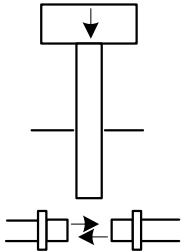
- непостоянство переходного сопротивления контакта из-за электроэрозии и химического влияния окружающей среды;
- эффект дребезга, то есть возможность многочисленных повторных включений и выключений при замыкании и размыкании контакта. На осциллографе выглядит следующим образом:



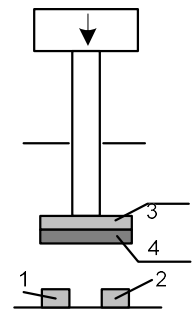
Для устранения перечисленных недостатков применяют клавиши на основе герконов. Геркон – это

запаянная стеклянная трубка, в которую закачан инертный газ. Внутри находятся два пластинчатых контакта, выполненных из ферромагнитного материала и покрытых благородным металлом (платина или палладий). Коммутация осуществляется под воздействием миниатюрного магнита, который приводится в движение вместе с клавишей и стержнем. Быстродействие герконов порядка 2 ms, рабочий ток до 200-250 мА, напряжение до 180В, высота примерно 10мм, диаметр 2 мм.

- 2) *Бесконтактные клавиши* – строятся на основе переключателей, управляемых магнитным полем на датчиках Холла и индукционных датчиках. Также строятся на основе оптоэлектронных переключателей. Оптоэлектронный переключатель состоит из светодиода и фотодиода инфракрасного диапазона. При нажатии перекрывается луч светодиода.



Также используются емкостные датчики:



Также используются емкостные датчики:

- 1- вх. Шина 2-вых. Шина 3- проводник 4-слой диэлектрика

Работа схожа с работой двух параллельно включенных конденсаторов. Бесконтактные датчики обладают повышенной надежностью, в них отсутствует явление дребезга контакта.

К недостаткам можно отнести сложность конструкции, небольшая мощность коммутируемого сигнала, поэтому обычно требуется усиление выходного сигнала.

Сенсорные переключатели не имеют движущихся частей, процесс включения вызывается прикосновением пальца, при этом напряжение наводки на поле оператора попадает на металлическую пластину сенсора и вызывает включение электронной схемы. Работа с сенсорной клавиатурой требует наличия обратной связи.

Структура управления блока клавиатуры

Электронный блок клавиатуры должен выполнять следующие задачи:

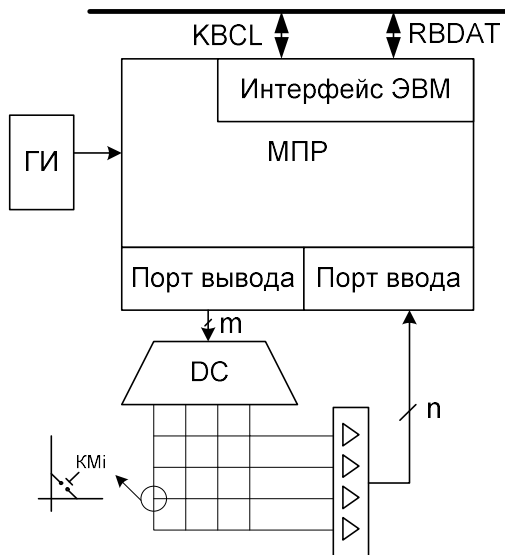
- 1) определение факта нажатия клавиши;
- 2) устранение помех и дребезга контактов;
- 3) нахождение номера нажатой клавиши;
- 4) кодирование номера нажатой клавиши в один из внутренних кодов и передача его в ЭВМ.

В зависимости от перераспределения этих функций между аппаратными и программными средствами различают следующие способы построения клавиатуры:

- аппаратный способ: все функции реализованы аппаратно на основе диодного шифратора или ПЗУ
- аппаратно-программный способ: часть функций выполняется программно в самой ЭВМ или специализированной процедуре, расположенной в клавиатуре.

Аппаратно-программный способ построения клавиатуры с использованием микропроцессора

Структурная схема клавиатуры:



МПП – это микропроцессор, в составе которого ОЗУ, ПЗУ, АЗУ.

ГИ – генератор тактовых импульсов

Три порта:

- порт ввода;
- порт вывода;
- порт интерфейса ЭВМ.

KBCL – синхронизация передаваемых данных.

KBDAT – линия передаваемых данных.

Если клавиатура контактная, то усилители сигнала не используются. Если количество столбцов матрицы клавиатуры меньше разрядности порта вывода m , то дешифратор не используется.

На каждом пересечении вертикальных и горизонтальных шин расположена кнопка. Работа устройства клавиатуры определяется программой, которая содержится в ПЗУ и ОЗУ микропроцессора. Она выполняет следующие функции:

- 1) формирует в порте вывода последовательность кодовых комбинаций для опроса столбцов в матрице клавиатуры (KB);
- 2) анализирует в порте ввода комбинации выходных сигналов строк матрицы клавиатуры;
- 3) формирует код символа в соответствии с кодовой таблицей используемого в ЭВМ;
- 4) передает сформированный код символа в ЭВМ;
- 5) принимает команды управления из ЭВМ;
- 6) проводит тестирование аппаратных средств клавиатуры при включении питания и посылает в ЭВМ сигнал об исправности или неисправности клавиатуры.

Алгоритм работы:

Вначале программы устанавливается исходное состояние счетчика повторений (n) равное нулю. Код столбца (X_0) единица в младшем разряде, остальные нули. Y_0 равное нулю.

Каждое последующее значение координаты столбца X формируется путем циклического сдвига содержимого RGX на один разряд. Значение RGX выводится в порт вывода и затем считывается состояние горизонтальных шин матрицы клавиатуры в RGY.

Далее анализируется содержимое RGY, при этом в нем сформировалась одна из следующих комбинаций сигнала:

- 1) $RGY = 0$ следовательно, не нажата ни одна клавиша на матрице клавиатуры или нажатая клавиша не находится в вертикальном ряду, на который от порта вывода подана единица. В этом случае программа производит очередной сдвиг RGX, то есть продолжается поиск нажатой клавиши.
- 2) RGY содержит несколько единиц, следовательно, нажато две или более клавиш в активном вертикальном ряду, от которой на порты вывода подана единица – это ошибка, алгоритм возвращается к началу, может сопровождаться звуковым сигналом.
- 3) в RGY содержится одна единица, следовательно, нажата одна клавиша в активном вертикальном ряду. При этом замыкается код активного столбца X и принятым порта ввода код строки Y . При

каждом опросе производится сравнение предыдущих и последующих кодов X и Y. При их совпадении увеличивается на единицу значение счетчика повторений n и значение n сравнивается с заранее заданной константой N, если в течении N количества циклов считывания X₀ и Y₀ не менялись, то по их значениям формируется код символа нажатой клавиши.

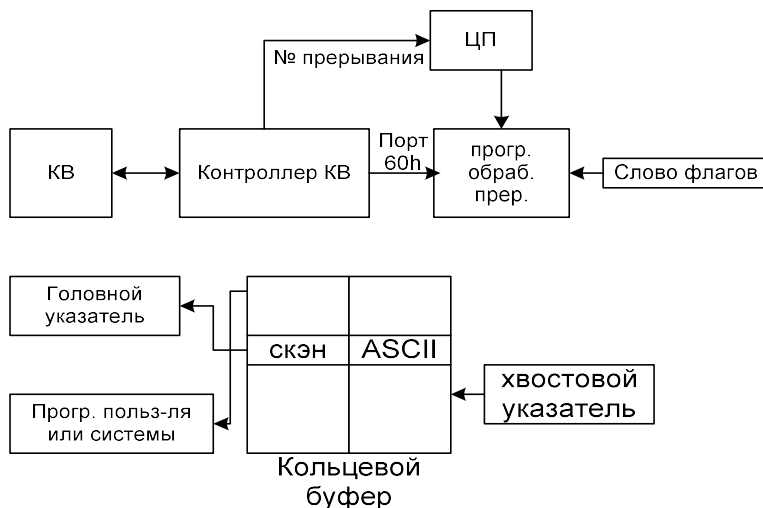
Реальной программной клавиатурой выявляются также случаи нажатия двух и более клавиш, находящихся в разных вертикальных столбцах матрицы клавиатуры. После формирования стандартного кода МПР передает его в последовательном виде на плату центрального процессора. При этом сперва передается в старт бит, затем в 8 бит кода нажатой клавиши, затем бит контроля по нечетности и стоп бит.

Прием кода осуществляется при помощи сигнала стробирования KBCL специализированной микросхемой на плате центрального процессора, которые в свою очередь связаны с шинами адреса и данных центрального процессора.

После передачи данных МПР клавиатуры снова запускает программу сканирования вертикальных столбцов матрицы клавиатуры и определение кода нажатой клавиши. В последнее время для связи с клавиатурой используется интерфейс USB.

Работа клавиатуры в составе системы IBM

5. Работа KB в составе системы IBM.



Работой клавиатуры управляет контроллер клавиатуры, реализованный в БИС, находящейся на материнской плате. При нажатии клавиши, соответствующий ей код помещается в выходной буфер данных или порт по адресу 60h в адресное пространство системы. Код нажатой клавиши представляет собой Scan код, при этом каждой клавише присваиваются два кода: один код нажатия, другой код отпускания.

Нажатие клавиш вызывает прерывание работы процессора, после чего процессор начинает подпрограмму обработки прерываний от клавиатуры. Адрес программы определяется по номеру прерывания. Программы обработки прерывания работает с портом по адресу 60h. Словом флагов, в котором фиксируются состояние управляющих клавиш и с кольцевым буфером клавиатуры.

Возможны три случая от вида нажимаемых клавиш:

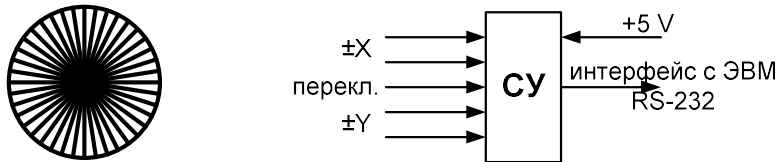
- 1) Обработка управляющих клавиш, если принятый Scan код принадлежит кодам управляемых клавиш, то в слове флагов устанавливается соответствующий бит. Если код отпускания, то бит сбрасывается.
- 2) Отображаемые клавиши, в этом случае программа обработки считывает из порта Scan код и по таблице трансляции преобразует в коды ASCII, формируется двух байтный код. Старший байт, которого является Scan кодом, а младший кодом ASCII. В процессе трансляции программа обработки прерываний анализирует состояние флагов и формирует ASCII код с их учетом. Полученный в результате трансляции двух байтный код засылается в кольцевой буфер клавиатуры, объемом 16 слов. Дисциплина обслуживания буферов FIFO. За состоянием буфера следят два указателя. Хвостовой указатель указывает адрес первой свободной ячейки в буфере. Головной указатель указывает на адрес самого старого кода, принятого от клавиатуры и еще не считанного из буфера. Вначале работы, когда буфер пуст, оба указателя указывают на первую ячейку буфера. Программа обработки прерывания помещает сформированный двух байтный код по адресу хвостового указателя. После этого адрес в нем увеличивается на два, указывая опять на свободную ячейку памяти. Каждое последующее нажатие клавиши на клавиатуре смещает хвостовой указатель. Программа пользователя считывает коды из буфера клавиатуры, считывает его по адресу головного указателя, при этом адрес в головном указателе увеличивается на два. Хвостовой указатель, перемещаясь по буферу, доходит до конца и при поступлении очередного кода переходит на начало буфера и так далее по кольцу. Аналогично головной указатель. Равенство адресов обоих указателей свидетельствует, что буфер пуст и тогда программа пользователя при чтении будет ожидать нажатия клавиши. Если

же хвостовой указатель, перемещаясь по буферу, подойдет к головному с обратной стороны, то это означает, что буфер переполнен. Прием новых кодов блокируется и выдается звуковой сигнал.

3) Не отображаемые клавиши (функциональные и так далее), в этом случае программа обработки прерываний при трансляции записывает для них нулевой код ASCII и соответствующий им Scan код. Считывание кодов из буфера осуществляется по программе прерывания, в числе которых имеются программы чтения с различными функциями, например, считать код с отображением символа на экране и другие функции.

Манипулятор типа мышь

Рисунок



где 1 - шар, покрытый слоем резины;

2 - два валика, прижимающиеся к шару, оси их перпендикулярны;

3 - диск с прорезями;

4 - два светодиода инфракрасного диапазона;

5 - два фотодиода инфракрасного диапазона.

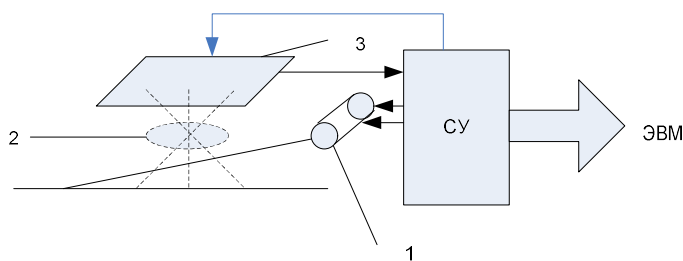
Основной конструкции манипулятора служит шар, с которого данные (направление движения) снимаются с помощью перпендикулярных валиков. С помощью дисков с прорезями, прерывающих световой поток, определяется, на сколько необходимо переместить курсор.

В ЭВМ данные поступают через последовательный интерфейс:

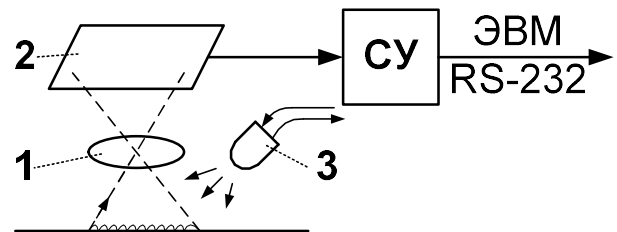
- 1) изменение координаты X со времени последней передачи предыдущего сообщения;
- 2) приращение Y;
- 3) состояние переключения мыши.

Разрешение мыши порядка 20 dpi.

Оптическая мышь



старый рисунок



новый рисунок

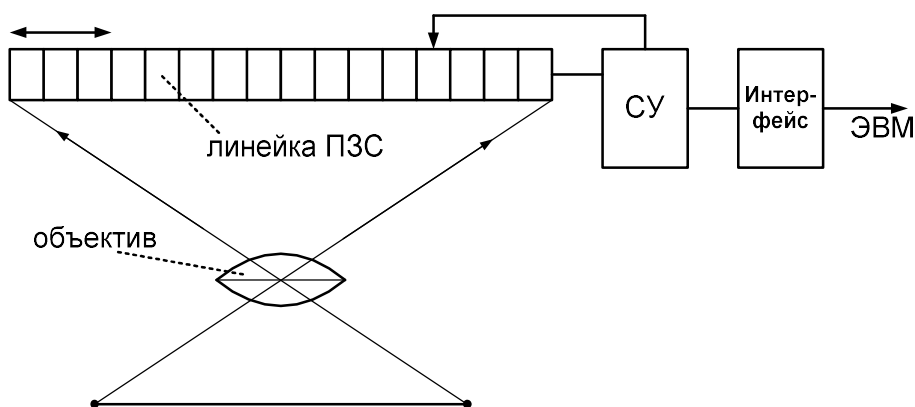
1. Светодиод красного цвета

2. объектив

3. Матрица ПЗС – прибор с зарядовой связью – преобразует оптические сигналы в цифровой вид.

Объектив строит на матрице ПЗС изображение микрорельефа подстилающей поверхности, по которой перемещается мышь. Поверхность должна иметь контрастный по яркости микрорельеф. Освещение производится светодиодом 1. Схема управления производит преобразование перемещения изображения микрорельефа по матрице ПЗС в приращение X и Y кот. передаются в ЭВМ по интерфейсу.

Сканер



Применяются для ввода графического материала в ЭВМ.

Фотоприемник – линейка элементов ПЗС (прибор с зарядовой связью) или фотодиоды с транзисторными усилителями.

Каждой точке на бумаге соответствует линейка фотоприемника. После сканируются строки на документе, информация из фотоприемника. После сканирования строки на документе передаются по интерфейсу в ЭВМ. После этого головка сдвигается на следующую строку и так далее до конца листа.

Цветные сканеры имеют три фотоприемника со светофильтрами. Максимальное разрешение до 6000 dpi.

Устройства отображения информации

Устройства отображения информации предназначены для организации связи оператора и ЭВМ на уровне зрительных образов. Они используются для вывода цифровой информации и алфавитно-графической информации.

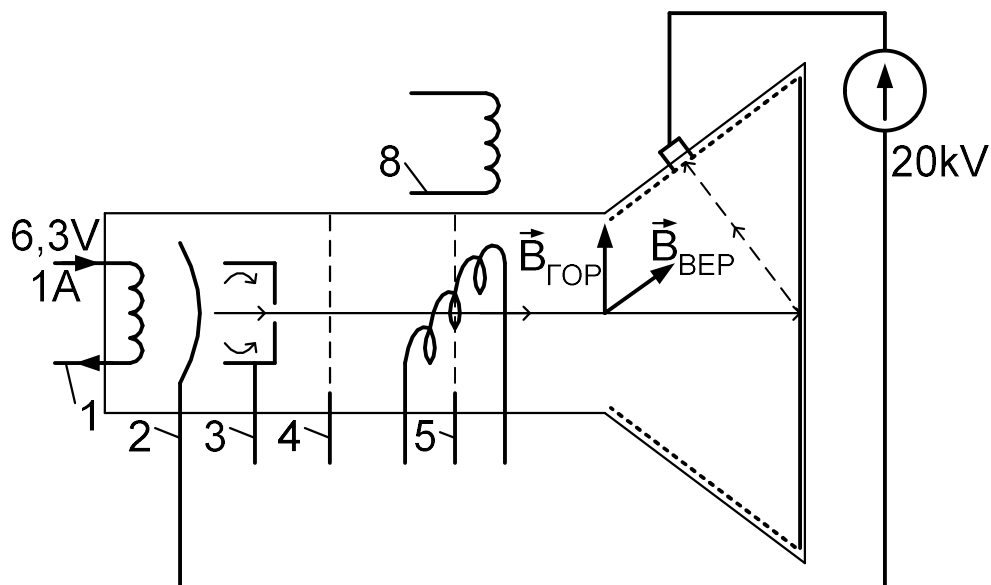
В настоящее время разработан обширный класс устройств отображения информации, которые могут быть классифицированы следующим образом:

- 1) по виду отображаемой информации: алфавитно-цифровые и графические;
- 2) по способу построения изображения: с растровой разверткой и функциональной разверткой;
- 3) по типу индикаторных устройств: ЭЛТ (цветные и монохромные), ЖК (цветные и монохромные), газоразрядные панели и светодиодные панели;
- 4) по размерности воспроизводимой информации: обыкновенные 2хмерные, 3D стереоскопические и истинно 3D устройства отображения;
- 5) по обзорности экрана: индивидуальные и для коллективного пользования;
- 6) по уровню взаимодействия с оператором: простые и с функцией светового пера.

Устройства отображения на основе ЭЛТ

Устройства отображения на основе ЭЛТ. ЭЛТ – это стеклянная колба с узкой горловиной и широким дном, из которой откачан воздух. На внутреннюю поверхность экрана наносится слой люминофора. Это вещество, которое излучает видимый свет при облучении его пучком электронов. В горловину ЭЛТ впаяны электроды, формирующие тонкий пучок электронов.

Состав ЭЛТ:



1) подогреватель: спираль из вольфрама, $U=6,3V$, ток накала примерно 1A; $t \approx 1500^\circ C$;

2) оксидный катод (источник электронов, покрыты окислами редкоземельных элементов, которые обеспечивают эмиссию электронов при нагревании. Он изолирован от подогревателя. Напряжение на нем принимается за 0В); $t \approx 1500^\circ C$;

3) модулятор (регулятор яркости) – цилиндр с отверстием в дне; напряжение от 0 до -50 В. При 0В полная яркость (максимальное количество электронов с оксидного катода), при -50В луч погашен (электроны не излучаются из-за влияния запирающего поля между оксидным катодом и модулятором);

4) ускоряющий электрод – ускоряет пучок электронов, вышедших из модулятора, напряжение на нем от +200 до +1000В;

5) фокусирующий электрод – фокусирует электронный луч в точку на экране, напряжение от +800 до +1,5 кВ;

6) высоковольтный анод – для придания электронам высокой кинетической энергии. Представляет собой слой проводника на внутренней конической поверхности колбы. Сделан металлический вывод наружу через отверстия в стекле. Напряжение от +10 до +25 кВ.

7) слой люминофора – электроны, ударяясь о слой люминофора и вызывая свечение, стекают на высоковольтный анод и через источник высоковольтного питания возвращается на оксидный катод.

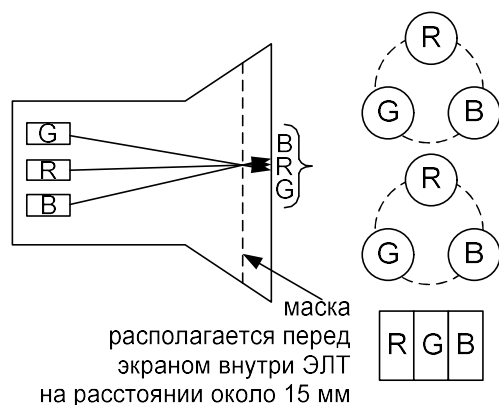
Электроды с первого по пятый образуют электронную пушку. При включении питания подогреватель разогревает оксидный катод до 1000 – 1500 $^\circ C$, при этом катод испускает электроны с поверхности. Вокруг катода образуется электронное облако. Количество электронов испускающих катодов зависит от напряжения на модуляторе. Если на модулятор подается отрицательное напряжение относительно катода, то количество электронов уменьшается.

Под воздействием электростатического поля, формируемого ускоряющим и фокусирующими электродами, электроны движутся в сторону экрана. Проходя через сильное ускоряющее поле высоковольтного анода, где они приобретают значительную кинетическую энергию. Попадая на люминофор, электронный пучок вызывает яркое свечение + рентгеновское излучение, для поглощения которого в стекло ЭЛТ добавляют свинец. После столкновения с люминофором электроны стекают на высоковольтный анод, и через источник высокого напряжения снова поступает на катод.

При полной яркости ток луча имеет значение порядка одного мили ампера.

Отклонение луча по экрану осуществляется с помощью электромагнитного поля, создаваемого системой катушек отклонения 8.

Особенности цветной ЭЛТ



В цветной ЭЛТ используется три отдельных канала формирования электронных пучков R, G, B. Это достигается за счет применения трех электронных пушек. Экран цветной ЭЛТ – это мозаичное поле, состоящее из таблеток люминофора размером примерно 0,1 мм, собранных в триады. Каждый элемент триады испускает свет определенной длины волны при облучении электроном.

Количество таблеток примерно 1740000 в телевизионном стандарте. Маска – это тонкий перфорированный стальной лист. Отверстия в шахматном порядке, примерно 580 тысяч; располагаются напротив вершин триад. Три электронных луча через маску высвечивают свои по цвету точки люминофора из таблетки. При одновременном высвечивании триады цвет фона на экране зависит от соотношения энергии трех электронных пучков.

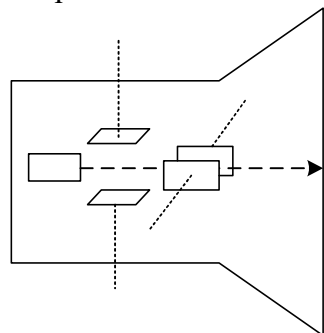
Таблетки прямоугольной формы располагаются вплотную друг к другу.

В современных ЭЛТ используется щелевая маска, таблетки прямоугольные, отверстия тоже имеют прямоугольную форму, что обеспечивает большую яркость.

Формирование изображения на экране ЭЛТ

Для получения изображения на экране необходимо перемещать по нему электронный луч. Для отклонения электронного луча применяют два способа:

1) Электростатический способ, предполагает наличия в горловине ЭЛТ еще двух электродов: вертикального и горизонтального отклонения, состоящих из пары пластин, на которые подаются отклоняющие напряжения.



$$f_p = 100 \text{ МГц}$$

$$0,4 \text{ мм/В}$$

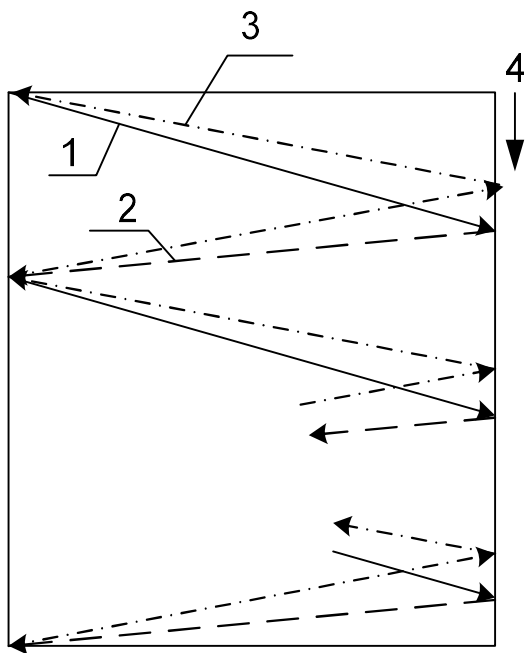
Данный метод применяется в осциллографах. Обеспечивается частота развертки до 100 МГц, при чувствительности отклонения 0,4 мм/В. Недостатком данного метода является низкая помехоустойчивость из-за влияния внешних электромагнитных полей и высокое напряжение отклонения.

2) Электромагнитный способ. Используется в телевизорах и мониторах. При этом на горловину трубки одевают две отклоняющие катушки, которые при протекании в них отклоняющих токов создают в горловине трубки магнитное поле, вызывающее отклонение пучка электронов перпендикулярно вектору магнитной индукции в первом приближении. Для отклонения по горизонтали (строчной развертки) вектор магнитной индукции в горловине направлен вертикально. Для отклонения луча по вертикали (кадровой развертки) вектор магнитной индукции направлен горизонтально.

Достоинства этого метода – это высокая помехозащищенность, достаточное быстродействие (до 100 КГц и более). Недостаток – это высокая потребляемая мощность.

Растровая и функциональная развертка

Для формирования изображения на экране электронный луч перемещается по слою люминофора. Растровая развертка является самой распространенной. В этом случае электронный пучок движется по экрану в строго определенном порядке. Обычно по строкам пучок движется слева направо от наблюдателя и одновременно сверху вниз, формируя кадр изображения.



Растровая развертка состоит из следующих участков:

- 1) прямой ход строчной развертки. Электронный луч движется слева направо, одновременно отклоняясь вниз. Формируется строка отображения на экране.
- 2) Обратный ход строчной развертки, при этом луч движется справа налево, в это время луч погашен.

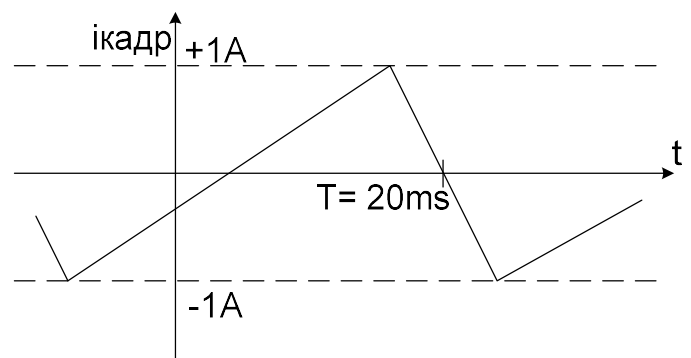
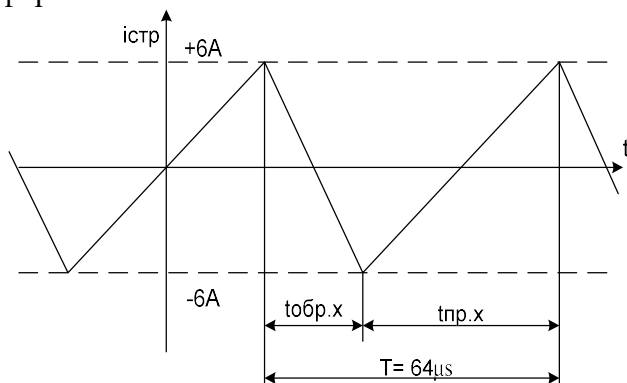
При достижении нижнего края экрана начинается обратный ход (3). В это время луч погашен. С помощью управления напряжением на модуляторе в строке подсвечиваются отдельные точки. И таким образом создается кадр изображения на экране. Кадры повторяются с частотой до 120 Гц, телевизор до 50 Гц, соответственно период $= 20$ мс. Каждый кадр это 625 строк, в мониторах больше.

Период строчной развертки 64 мкс в телевизионном стандарте: 90% – прямой ход, 10% – обратный ход.

Одновременно со строчной разверткой луч перемещается вниз по экрану во время прямого хода кадровой развертки (4) и вверх по экрану во время кадровой развертки (3).

Иногда используются чересстрочный способ развертки. В первом полукадре все нечетные строки прочерчиваются, а во втором полукадре все четные строки. Этим достигается снижение полосы пропускания видеосигнала.

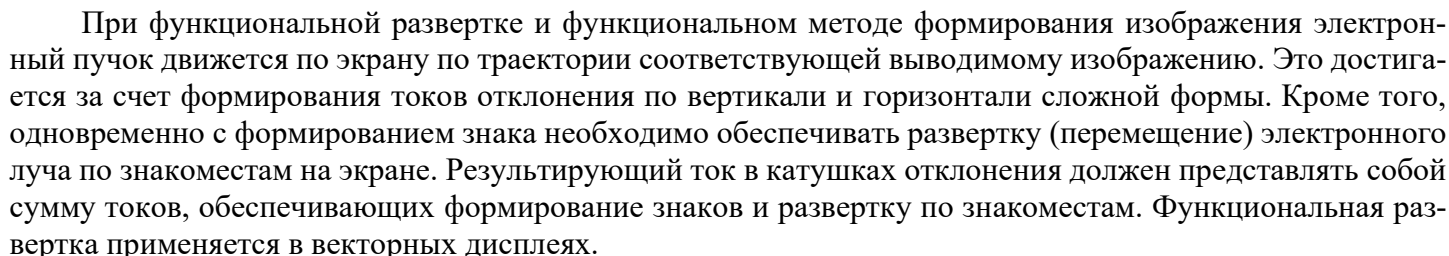
Для обеспечения растровой развертки в отклоняющих катушках генерируются токи следующей формы:



Во время обратных ходов строчной и кадровой разверток на модулятор подается отрицательное напряжение, луч гасится, на экране ничего не высвечивается.

Для функционирования кадровой развертки ток отклонения в катушках с периодом 20 мсекунд имеет пилообразную форму, для строчной развертки 64 мс (мкс), амплитуда тока 6А.

Время обратного хода составляет 5-10% периода соответствующей развертки. Во время обратного хода на модулятор подается обратное запирающее напряжение и на экране ничего не высвечивается. В телевизионном растре содержится 625 строк на экране и 2 полукадра. В мониторах до 1024 строк на кадр. Частота кадровой развертки 50 Гц для телевизора, для мониторов 100 и более Гц. Чем больше частота кадровой развертки, тем качественнее изображение на экране.



Модель работы видеоадаптера в текстовом режиме.



ГИ – генератор тактовых импульсов (период равен времени высвечивания одной точки на экране). В телевизионном стандарте частота примерно 16 МГц. С него на +1 счетчика точек (младшие разряды слева, старшие справа). Счетчик 3 поля A1, A2, T1.

A1 – подсчет точек внутри знака внутри знакоместа.

A2 – подсчет знакоместа в строке знакоместа на экране.

T1 – счетчик строк.

B1 – номер строки знака внутри знакоместа.

В2 – строки знакоместа на экране.

T2 – счетчик кадров.

ОЗУ текста – регистр адреса для выборки ASCII кода. Количество ячеек = числу знакомест на экране

ПЗУ 3Г – адрес 1 – ASCII

2 – номер строки символа, затем и 1 и 2 в регистр сдвига.

ОС – отклоняющая система

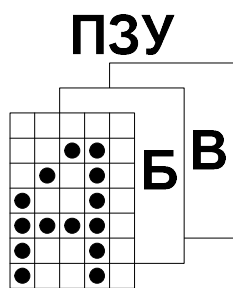
Гкадр, Гстр – генераторы кадровой и строчной развертки

ВУ – видео-усилитель.

Работа модели алфавитно-цифрового дисплея

При включении питания импульсы с ГИ поступают на систему счетчиков, состоящего из счетчика

точек и счетчика строк. DC1 и DC2 вырабатывают сигналы сброса соответственно счетчика точек и счетчика строк при достижении требуемого значения числа точек в строке и числа строк на экране. Старшие разряды счетчиков T1 и T2 вырабатывают сигналы запуска генераторов строчной и кадровой развертки, к выходам которых подключаются отклоняющие катушки строчные и кадровые соответственно. Эти сигналы называются строчные синхрои импульсы (ССИ или ССН) или кадровые синхрои импульсы (КСИ или VSYNC).



Начало импульса синхронизации соответствует началу обратного хода луча по строке или по кадру.

Поля A2 и B2 обеспечивают последовательное считывание ОЗУ текста. ОЗУ текста имеет 2D структуру. Каждой ячейке памяти соответствует свое знакоместо на экране. В ОЗУ текста записаны ASCII коды символов, высвечиваемых на экране. ПЗУ знакогенератора имеет 3D структуру:

Конфигурация каждого символа записана на отдельной странице. Страница выбирается по ASCII – код знака через поле A1. Строка знака (символов) адресуется через поле B1, на выходе строка из регистра сдвига.

Поле 1 адреса ПЗУ обеспечивает адресацию к символам. Адресом символа в знакогенераторе является ASCII код. Второе поле адреса ПЗУ обеспечивает адресацию к строкам знака. Регистр сдвига принимает очередную строку знака и осуществляет последовательную выдачу очередной точки знака через элемент “И” и видео усилитель на модулятор ЭЛТ. Который в зависимости от значения поступившей точки 0 или 1 гасит или пропускает электронный луч на экран. Количество разрядов счетчика точек определяет поле A1 счетчика точек. Типовые размеры символов 8*8 или 8*16.

Вначале работы содержимое всех счетчиков равно нулю. В этом состоянии в регистр сдвига будет считана информация соответствующая первым восьми битам первой строки знака записанного в первую ячейку ОЗУ текста с адресом 0.

При поступлении тактовых импульсов на вход +1 счетчика точек происходит увеличение поля A1, сдвиг регистра сдвига и выдача информации по текущей точке через последовательный выход регистра сдвига. Дальше продолжается процесс счета точек в строке. При появлении первой единицы в поле A2 счетчика точек в регистре сдвига занесется первая строка знака, записанного в следующую ячейку ОЗУ текста с номером 1.

Дальнейшая работа счетчика точек обеспечивает последовательную выборку первых строк всех знаков из первой строки знакомест (т.е. записанных в первую строку ОЗУ текста). Установка в 1 старшего разряда счетчика точек T1 соответствует началу обратного хода строчной развертки, длительность которого определяется параметрами системы развертки.

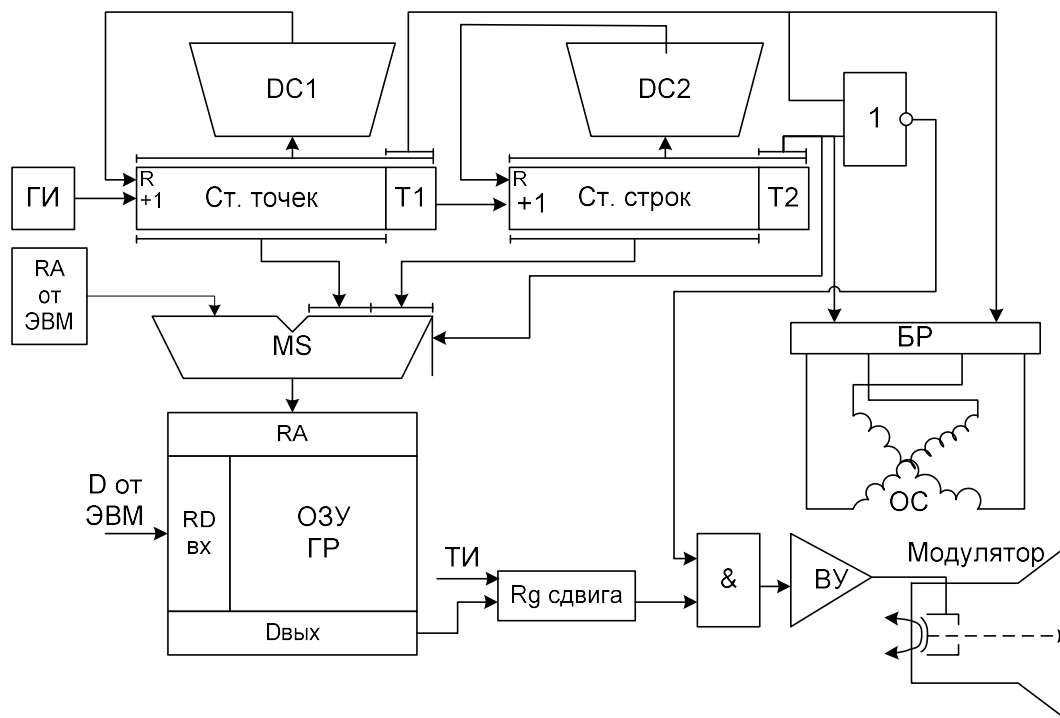
Во время обратного хода происходит продолжение работы счетчика точек. В момент окончания обратного хода строчной развертки дешифратор DC1 вырабатывает сигнал сброса счетчика точек, что соответствует началу второй строки развертки. Так как в момент окончания сброса счетчика точек происходит увеличение на 1 значения счетчика строк. При этом поле B1 счетчика строк обеспечивает выборку следующей строки матрицы знаков из ПЗУ и повторяется вся последовательность работы счетчика точек. Когда в B2 появляется 1, начинается отображение второй строки знакомест и т.д. до конца экрана. При появлении 1 в старшем разряде счетчика строк T2 начинается обратный ход кадровой развертки, который оканчивается по сигналу сброса счетчика строк с дешифратора DC2. Во время обратного хода строчной и кадровой разверток на модулятор подается запирающее напряжение для гашения луча через элементы “ИЛИ-НЕ” и “И” и ВУ. Отображение следующих кадров происходит аналогично.

Во время обратного хода строчной и кадровой разверток может быть изменена информация в ОЗУ текста, при этом код очередного символа записывается через регистр данных от ЭВМ. Цепи формирования адреса записи на схеме не показаны.

В реальных видеоадаптерах работой видеодисплея управляет отдельная микропроцессорная система (генераторы строчной и кадровой разверток и модулятор, реализуются в мониторе). В цветных аналоговых дисплеях каждому знакоместу соответствует не один, а два байта. Первый – под ASCII, второй под атрибуты (цвет точек символа и фон знакоместа). Доступ к видеопамяти в системе IBM возможен тремя способами:

- * прерыванием DOS;
- * прерыванием BIOS;
- * непосредственный доступ по физическим адресам.

Структурная схема графического дисплея с растровой разверткой



На схеме БР – блок развертки, ОЗУ ГР – ОЗУ графики. MS переключается или на адреса счетчиков точек и строк, или на RA от ЭВМ.

Принцип работы графического дисплея аналогичен алфавитно-цифровому с точки зрения формирования растров. Графическое изображение на экране создается за счет того, что каждой точке (пикселю) на экране соответствует один (как на данной модели) или несколько бит информации в ОЗУ графики. Запись информации в ОЗУ графики происходит во время обратного хода кадровой развертки. При этом MS переключается на режим приема из регистра адресов из ЭВМ, и данные поступают на вход записи ОЗУ ГР из ЭВМ.

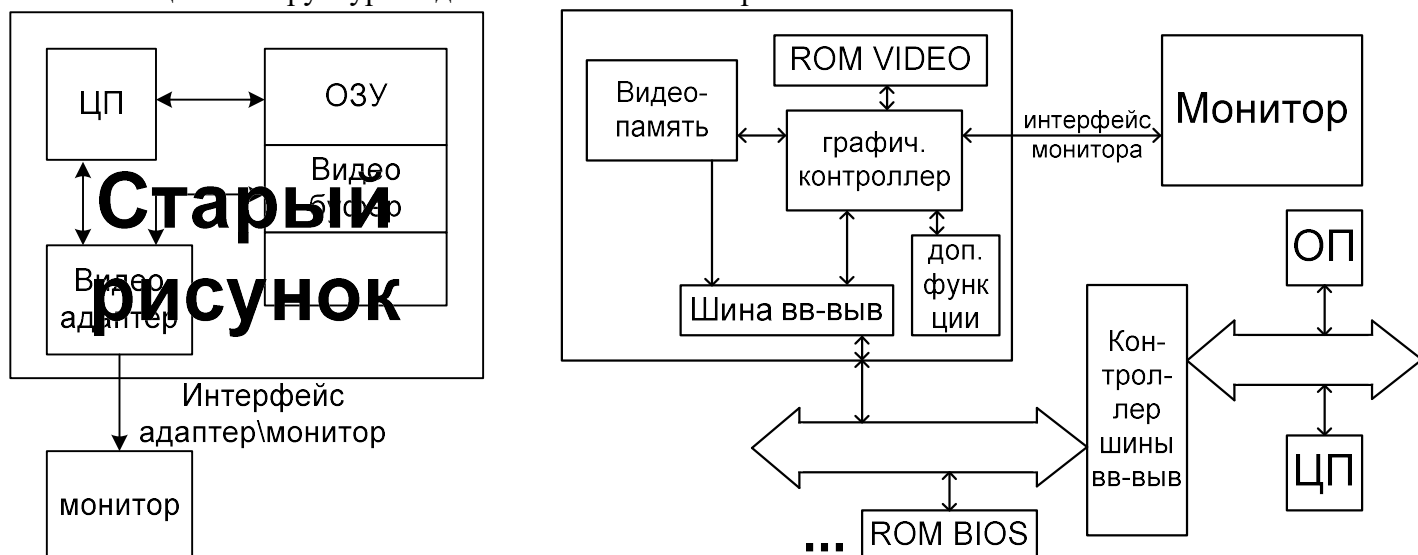
Т.о., записанная из ЭВМ информация (адреса из RA и данные через RD) отображаются на графическом экране. Для полутонового и цветного дисплея каждому пикселю на экране соответствует до 3х байт информации в современных стандартах.

Формирование сигналов развертки происходит аналогично предыдущей модели. Для полутоновых и цветных дисплеев каждой точке раstra на дисплее соответствует один или несколько байт (3) данных в ОЗУ ГР (пиксель). В настоящее время 24 разряда на цвет (по 8 разрядов на цвет).

Для черно-белых полутоновых дисплеев пиксели кодируются значением полутонов яркости. Для цветных кодируется цвет (яркость) для каждого цвета.

Устройства отображения информации

Обобщенная структура видеосистемы компьютера:



Для обеспечения функционирования видеосистемы в адресном пространстве оперативной памяти выделена специальная область – видеобuffer для записи данных, отображаемых на экране.

Видеоадаптер – это контроллер монитора, который выпускается в виде отдельной платы и вставляется в разъем расширения на системной плате или интегрированного на системной плате. Управление адаптером и его настройка на различные режимы работы осуществляется через регистр видеоадаптера в количестве 20 штук. Видеоадаптер вырабатывает видеосигнал, который по интерфейсу видеоадаптер-монитор подается на монитор.

Графический контроллер модифицирует изображение, хранящееся в видеопамяти по командам ЦП. Управление видеоадаптера и его настройка на различные режимы работы осуществляется через программно доступные регистры видеоадаптера в количестве до 20 шт.

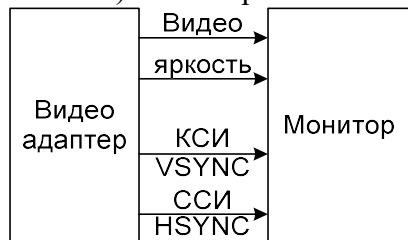
Функции современных видеоадаптеров:

- 1) 3D ускорение
- 2) устройство ввода-вывода аналогового сигнала
- 3) телевизионный тюнер
- 4) устройство для декодирования видеоинформации, MPEG декодер
- 5) телевизионный выход и т.д.

Интерфейс видеоадаптер-монитор

Возможны следующие способы реализации интерфейса:

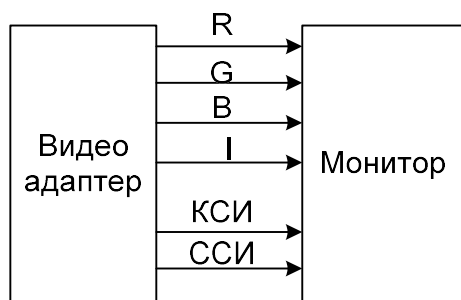
- 1) Монохроматический монитор.



КСИ- кадровые синхроимпульсы
ССИ- строчные синхроимпульсы
Существует 2 варианта этого способа:

- 1) все сигналы уровня ТТЛ (физические сигналы)
- 2) аналоговый видеосигнал позволяет передать до 64 полутонов яркости, при этом на выходе видеоадаптера, необходимо наличие ЦАП

- 2) Для цветного монитора.

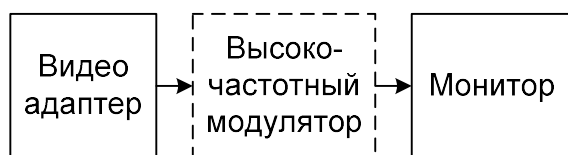


Возможны 2 варианта:

- 1- Все сигналы уровня ТТЛ.
- 2- Аналоговые сигналы R, G, B. На выходах видеоадаптера устанавливается ЦАП.

I – яркость

3) С использованием композитного видеосигнала (сигнал передается по одному проводу).



Композитным видеосигналом называется смесь сигналов цветности (яркостного видеосигнала для черно-белого экрана) R, G, B строчной и кадровой синхронизации и других вспомогательных сигналов. По структуре сигнал аналогичен стандартному телевизионному видеосигналу и имеет сложную внутреннюю структуру.

Иногда в видеоадаптере имеется высокочастотный модулятор, при этом сигнал подается на антенный вход телевизора. В современных моделях видеоадаптеров предусматривается возможность использования нескольких типов интерфейсов (обычно два или три).

Типы видеоадаптеров

Основными функциями видеоадаптера являются:

- 1) формирование развертки монитора;
- 2) сканирование видеопамяти и выработка видеосигнала;
- 3) обеспечение работы в нескольких стандартных режимах.

Видеоадаптер является программным устройством и его программирование осуществляется центральным процессором через регистр адаптера (их порядка 20).

Типы видеоадаптеров:

1) первым разработанным видеоадаптером был адаптер **MDA** – это был монохромный видеоадаптер, поддерживающий только текстовый режим. 80 знаков в строке на 25 строк знакомест, размер знакоместа 9*14, размер знака 7*9 мест, разрешение экрана 720*350 точек. Строчная частота 18,1 КГц. Имеет встроенное ПЗУ знакогенератора без возможности загрузки шрифтов пользователя. Интерфейс типа 1 ТТЛ уровня. Объем видеобуфера 4 Кб или одна текстовая страница.

2) **HGC – Hercules**. В текстовом режиме полная эмуляция MDA. Дополнительно реализован графический режим с разрешением 720*350 точек. Монохромный режим, 1 бит/пиксель. Объем буфера 64 Кбайта.

3) **CGA** – цветной многорежимный видеоадаптер. Частота строчной развертки 15,75 КГц. Текстовые режимы 40*25 и 80*25 с разрешением 640*200 точек. Каждый символ занимает 2 байта: первый – ASCII код символа, второй – атрибуты фона знакоместа и цвета символа. Обеспечивается 16 цветов фона и 16 цветов символа. Не имеет возможности загрузки пользовательских шрифтов в знакогенераторе, реализовано три графических режима:

- 1 – 160*200 точек 16 цветов – низкое разрешение
- 2 – 320*200 точек 4 цвета, две палитры
- 3 – 640*200 точек 1 цвет – режим высокого разрешения

Объем видеобуфера 16 Кб. Видеоадаптер имеет два разъема для подключения монитора: один цифровой ТТЛ тип2, второй композитный выход по третьему типу.

4) **EGA** – две строчные частоты 15,75 и 22,2 КГц (в графических режимах) в зависимости от режима. Текстовые режимы аналогичны CGA. Матрица знакоместа 8*14, знак 7*9 точек. Разрешение 640*350 точек, 16 цветов. Графические режимы дублируют CGA, кроме того, реализованы еще два режима 640*350 и 16 цветов на точку из палитры в 64 цвета. И второй монохромный 640*350 с возможностью вывода полутонов. Видеопамять расположена на плате видеоадаптера, объемом 64 Кб. Память разбита на банки по 16 Кб, которые могут поочередно включаться в адресное пространство системы. Можно подключать максимум до 256 Кб памяти. Имеется возможность загрузки шрифтов пользователя в знакогенератор. Интерфейс с монитором тип 2 при этом каждый цвет передается двумя сигналами уровня ТТЛ, 2/3 и 1/3 интенсивности цвета. На некоторых адаптерах имеется композитный выход.

5) **VGA** – частота строк 31,5 КГц. Всего реализовано 17 режимов работы, текстовые режимы

эмулируют CGA и EGA, также реализован ряд других текстовых режимов. Например, 80*50, разрешение 720*400 16 цветов. Графические режимы дополнительно реализованные: 640*480 и 16 цветов из палитры в 256 цветов, 320*200 и 256 цветов из палитры 256 К (256*1024) цветов (максимальная цветовая гамма). Объем видеопамати 256 Кб с возможностью наращивания. Память делится на банки по 64 Кб, которые могут подключаться к адресному пространству видеобуфера по адресу 0A0000h. VGA обеспечивает полную совместимость программного обеспечения, разработанного для адаптеров EGA и CGA. Интерфейс адаптера с монитором аналоговый, то есть по линиям цветности RGB передаются не уровни ТТЛ, а аналоговые сигналы по 64 оттенка на цвет. Каждый сигнал цветности имеет 64 уровня. Это достигается за счет использования цифроаналоговых преобразователей на выходе адаптера. Также в интерфейсе есть сигналы идущие от монитора к видеоадаптеру три логических сигнала ID0-ID2. Совместимость адаптеров обеспечивается на уровне BIOS. VGA является стандартным для всех IBM-совместимых адаптеров.

Видеоадаптеры SVGA

6) **SVGA.** В настоящее время выпускаются специальные графические сопроцессоры, которые в отличие от видеоадаптеров с жестко заданными функциями имеют встроенную систему команд, что позволяет программировать сопроцессор на самый широкий спектр функций, освобождая от них ЦП. SVGA – группа видеоадаптеров, превосходящих VGA по разрешению и количеству цветов. Интерфейс видеоадаптера аналогичен VGA. Частота кадровой развертки до 70 КГц, кадровая до 120 КГц. В режимах VGA все адаптеры стандартизированы. При более высоком разрешении у различных производителей взаимной совместимости на уровне регистров нет. Используется также ряд обратных линий от монитора к видеоадаптеру для опознавания типа монитора. Разрешение от 800*600*256 цветов Максимальное разрешение 1280*1024(и более)*32 000 000 цветов. Для стандартизации режимов высокого разрешения разработаны стандарты сертификации VESA SVGA, они определяют форматы, частоты разверток, расширение BIOS, которое находится на плате видеоадаптера для графических режимов SVGA с номерами меньше 100-116₁₆ по 8 разрядов на цвет. На выходах видеоадаптера находятся 8-разрядные ЦАП. В видеоадаптерах SVGA предусмотрена самоидентификация типа монитора по последовательной линии через интерфейс адаптер-монитор. И управление энергопотреблением монитора. Для видеобуфера используется двухпортовая динамическая память, обеспечивающая независимость процессов записи видеоизображения в видеопамать и последовательного считывания данных для регенерации изображения на экране. Видеопамать занимает системные адреса с 0A0000h по 0BFFFFh. При объеме памяти более 128 Кб доступ ко всему объему видеопамати осуществляется переключением доступных страниц с помощью специальной функции видеосервиса BIOS. Некоторые адаптеры могут перемещать видеопамать в любую другую область адресного пространства системы для обеспечения непрерывного доступа к любой ячейке видеопамати, без переключения страниц. Объем видеопамати до 64 Мб.

При дальнейшем развитии в состав видеоадаптеров включается графический процессор или акселератор ускоритель, для формирования растрового изображения в видеопамати по командам, получаемым от ЦП. По объему аппаратуры современные видеоадаптеры сопоставимы с системной платой.

Графический процессор реализует ряд функций, освобождая от них центральный процессор:

- 1) команды построения графических примитивов более сложных, чем пиксель. Например, построение прямой по координатам и цвету, дуг, эллипсов и так далее. Заливку цветом заданных контуров. Эти операции значительно сокращают загрузку ЦП и внешних магистралей.
- 2) Копирование блоков изображения с одного места экрана на другой.
- 3) Формирование курсора.
- 4) Аппаратная поддержка окон.
- 5) Построение геометрической модели поверхности объекта, расчет освещенности и затененности участков объекта.
- 6) декомпрессия сжатых видеоданных в формате MPEG.

Контроллеры ЭЛТ

Рассмотрим пример программирования микросхемы (м/с) 6845 Motorola. Он содержит 19 внутренних регистров, программирование которых осуществляется через 2 программно-доступных регистра:

3B4h – индексный регистр, через который передается номер внутреннего регистра

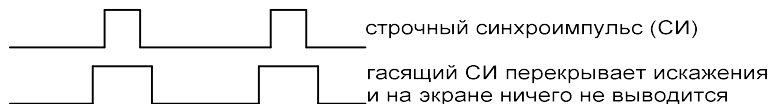
3B5h – шестнадцатеричный регистр данных.

Внутренние регистры:

00h – уменьшенное на 1 общее число символьных позиций-знакомест в строке развертки (только для записи)

01h – число выводимых символьных позиций в строке

02h – позиция символа начала гашения



03h – шина импульса гашения в символьных позициях

04h – число символьных строк (только для записи)

05h – окончание обратного хода по строке (только для записи)

06h – общее число выводимых текстовых строк (только для записи)

07h – начало импульса кадровой синхронизации в текстовых строках (только для записи)

08h – включение чересстрочного режима (только для записи)

09h – уменьшенное на 1 число строк развертки на 1 символ (только для записи)

0Ah – начальная строка развертки курсора

0Bh – конечная строка развертки курсора

0Ch – старший байт начального адреса курсора (только для записи)

0Dh – младший байт начального адреса курсора (только для записи)

0Eh – старший байт текущей позиции курсора (для чтения и записи)

0Fh – младший байт текущей позиции курсора (для чтения и записи)

10h и 11h – регистры светового пера

При задании видеорежима все эти регистры загружаются соответствующими константами.

Управление цветом символов в режиме VGA

В графических режимах VGA видеопамять делится на 4 банка – цветовых плоскости. Значение пикселя кодируется 4мя битами – по одному биту из каждой цветовой плоскости. Значение атрибута из видеоОЗУ складывается со значением из элемента & с разрешением цветовой плоскости и результат определяет адрес одного из 16 программно-доступных регистров палитры. К нему добавляется 2 разряда регистра выбора цвета и поступают на входы элемента И, на другие входы которого поступают значения маски ЦАП. ... по схеме. На выходе получается 8-разрядный код, который определяет адрес 1 из 256. Для VGA 18 бит, SVGA – 24 бит. Далее сигналы цветности поступают в монитор.

В режиме VGA каждый сигнал имеет 64 уровня. В SVGA в режиме TrueColor 256 уровней. При записи в видеопамять информация сперва записывается в специальные регистры-защелки, из которых затем записывается в соответствующие цветовые плоскости. При этом информация модернизируется в соответствии со значениями регистров графического контроля. При чтении из цветовых плоскостей информация записывается в регистры-защелки и затем считывается центральным процессором. Существует несколько режимов записи и считывания информации из видеопамати: регистры графического контроллера:

3CEh – индексный регистр

3CFh – регистр данных

Адреса внутренних регистров с 00 по 0F шестнадцатеричные регистры палитры:

00h – регистр установки/сброса цвета

01h – регистр разрешения установки/сброса цвета

02h – регистр сравнения цвета

03h – регистр выбора функций или сдвига

04h – регистр разрешения цветовой плоскости

05h – регистр режима

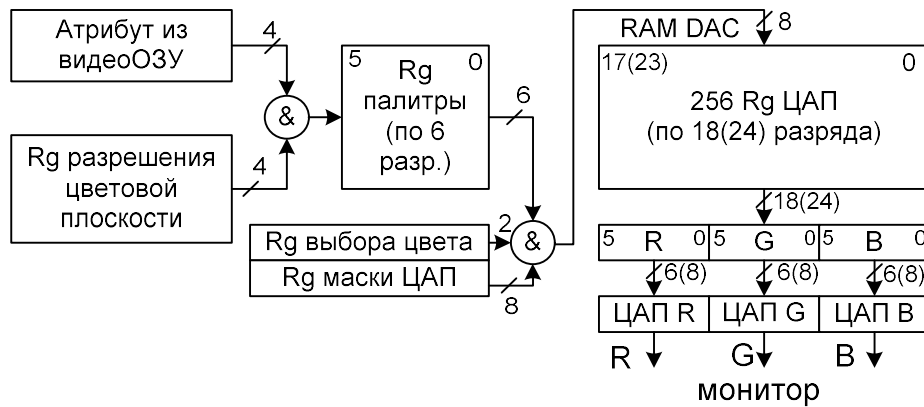
06h – многоцелевой регистр

08h – регистр маски.

10h – режим управления режимом атрибутов

12h – режим разрешения цветовой плоскости

14h – регистр выбора цвета



Структурная схема монитора

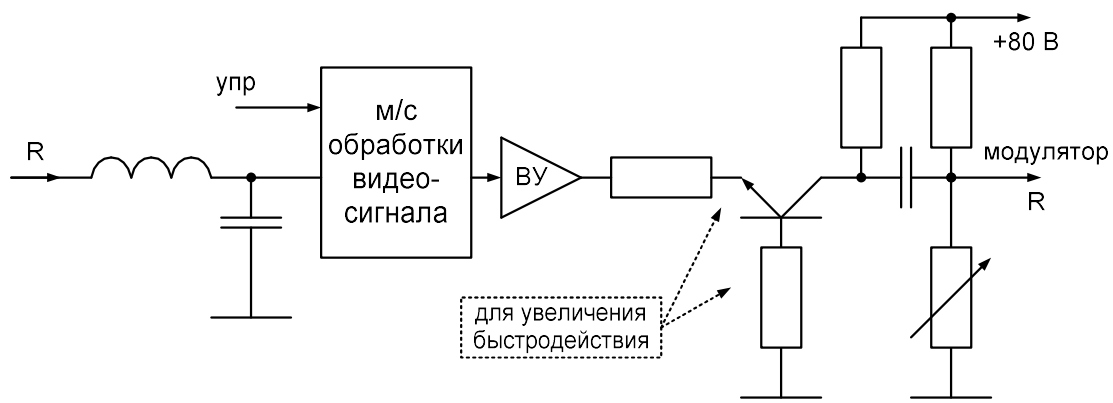
R – красный цвет

м/с – микросхема

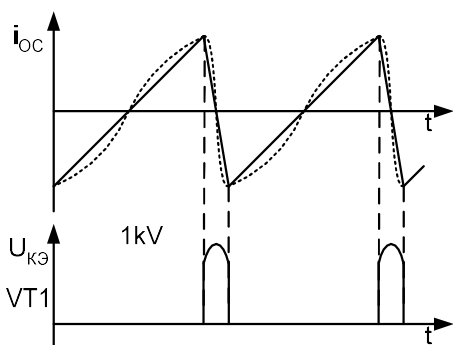
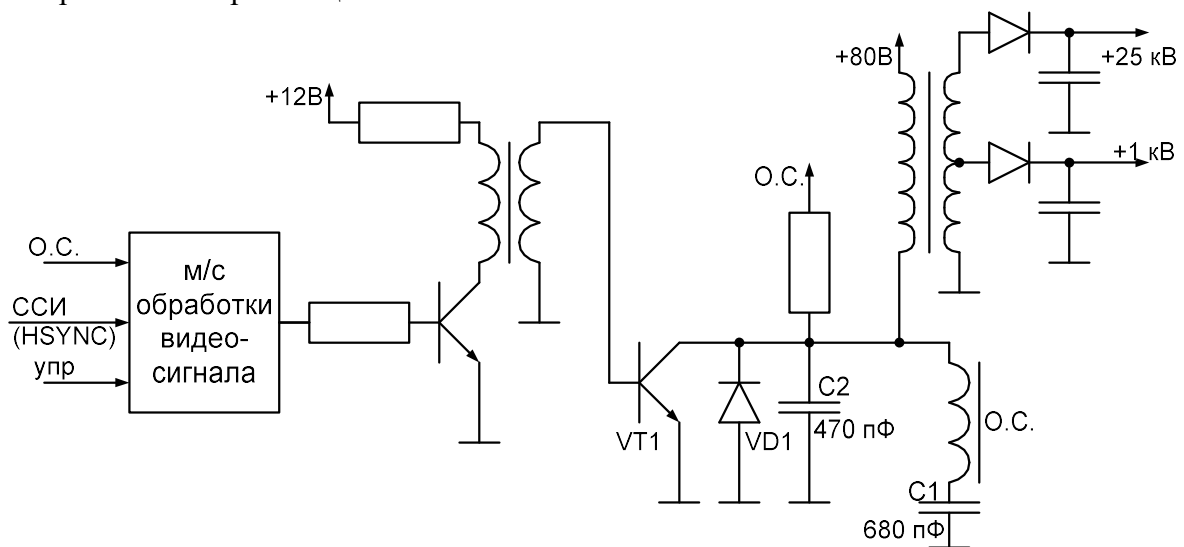
ССИ (HSYNC) – строчный синхроимпульс

ТВС – трансформатор строчной развертки

ОС – отклоняющая система?



Канал строчной синхронизации



Прямой ход строчной развертки формируется, когда открыты VT1 или VD1. При этом происходит

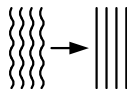
колебательный процесс в контуре, образованном индуктивностью катушек строчного отклонения и конденсатором 11,68 пФ.

Получение пилообразной формы тока происходит за счет применения нелинейной индуктивности, включенной последовательно с отклоняющей катушкой (на схеме не показано).

Момент закрывания транзистора VT1 соответствует началу обратного хода строчной развертки. При этом колебательный процесс происходит в контуре, образованном индуктивностью отклоняющей системы и $C_2 = 400$ пФ.

Время этого колебательного процесса очень мало, при этом выброс напряжения на коллекторе VT1 достигает 1000В. Энергия для колебательного процесса поступает через первичную обмотку ТВС от источника +80В. На вторичных обмотках ТВС во время выброса напряжения на первичной обмотке формируются высоковольтные напряжения +25кВ и 1кВ для питания ЭЛТ.

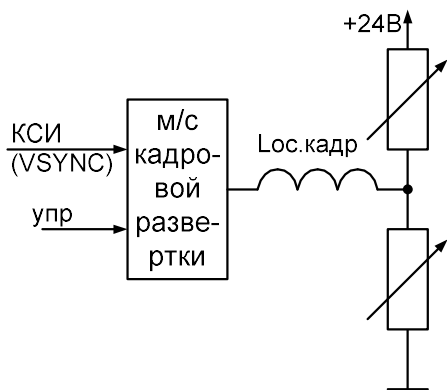
Микросхема управления строчной развертки содержит в своем составе генератор развертки с подстройкой фазовой частоты (ФАПЧ, PLL), который плавно подстраивает частоту выходных импульсов под частоту внешнего управляющего сигнала ССИ и исключает влияние помех, поступающих вместе с сигналом ССИ, на качество изображения:



Подавляющее число отказов – система строчной развертки VT1.

Канал кадровой синхронизации

Канал кадровой синхронизации



Сигнал КСИ поступает на микросхему кадровой развертки, которая формирует на выходе пилообразный ток развертки, поступающий на кадровую отклоняющую катушку, второй конец которой подсоединен к резистивному делителю, который обычно выполняется на транзисторах. Энергия меньше, чем в системе строчной развертки. Кроме того, существует автономный сетевой источник питания.

Главный параметр монитора – размер по диагонали в дюймах:

- от 14'' 1024*768
- от 17'' 1900*1200

Отношение ширины экрана к высоте 4:3. Размер зерна 0,26; 0,28; 0,31; 0,39 мм. Количество пикселей в строке равно ширине рабочей области экрана, деленной на шаг зерна. В современных мониторах частота от 100Гц.

Максимальная частота строчной развертки определяется параметрами отклоняющей системы и мощностью генератора строчной развертки. В современных мониторах в большем разрешении до 126кГц. Полоса пропускания видео тракта больше 100МГц.

Для подстройки параметров изображения при различных режимах работы и правильного функционирования системы разверток используется система цифрового управления монитором (Digital Control). При этом в мониторе устанавливается специальный микроконтроллер, т.е. микропроцессорная система, управляющая почти всеми параметрами монитора.

Настройка на различные режимы осуществляется с помощью кнопок. При этом микроконтроллер образует на экране дисплей диалогового режима настройки (On Screen Display). Наборы параметров для каждого видеорежима записываются в энергонезависимую память. Также микроконтроллер выполняет режим самотестирования монитора, т.е. может формировать цветное графическое изображение в отсутствие сигнала от компьютера, позволяющее оценить качество монитора и произвести настройку.

В современных моделях мониторов реализован режим энергосбережения монитора. При этом возможны 4 режима работы монитора:

on – нормальный режим работы; $P_{\text{потр}}=80\text{Вт}$

stand by – отключение видеосигнала и снижение яркости до минимума; $P_{\text{потр}}=60\text{Вт}$; время перехода в нормальный режим 1 с

suspend (suspend?) – отключена строчная развертка, накал ЭЛТ и высокое напряжение анода; $P_{\text{потр}}=15\text{Вт}$; $t_{\text{пер}}=15$ секунд

off – отключено питание всех цепей, включая автономный блок питания, работает только блок управления режимом питания; $P_{\text{потр min}}$; $t_{\text{пер}}=30$ секунд

ЖК-мониторы LCD мониторы

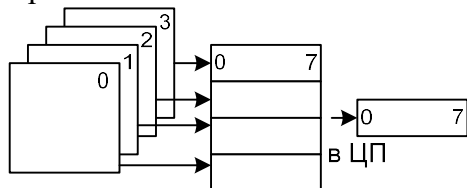
В текстовых режимах управления курсором реализовано во всех поддерживаемых BIOS страницах. Существует две функции управления курсором:

- управление положением курсора на странице для активной страницы;
- управление размером курсора.

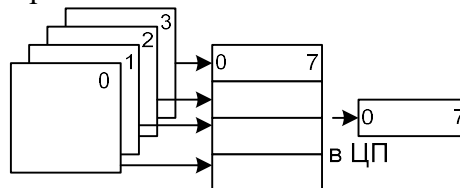
При обращении к видеобufferу используется регистр состояний по адресу $3DA_{16}$, в котором отображается информация об обратном ходе развертки на экране. При этом процедуры BIOS осуществляют загрузку видеопамати только во время обратного хода луча. Для исключения появления помех на экране. *Работа видеоадаптера в графическом режиме.*

В графическом режиме атрибуты точки, считанные из видео ОЗУ, обрабатывается в регистре цифроаналогового преобразователя и выводится на экран монитора. Обращение к нескольким плоскостям видеопамати осуществляется следующим образом:

При чтении:



При записи:



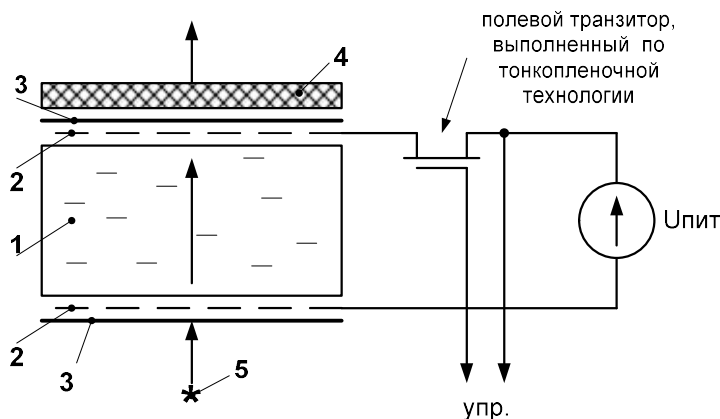
Регистр графического контроля:

Отображение через индексный регистр $3CF_{16}$ (адреса в адресном пространстве системы).

Внутренние регистры графического контроллера:

- 00 – установки сброса цвета;
- 01 – разрешения установки сброса цвета;
- 02 - сравнения цвета;
- 03 – выбор функции или сдвига;
- 04 – выбора плоскости для чтения;
- 05 – режима.
- 08 – регистр маски.

Существует несколько режимов чтения-записи, для ускорения обработки их номера кодируются.



Чаще применяется в портативных компьютерах. Габариты его меньше ЭЛТ. Экран состоит из матрицы ячеек с электрооптическим эффектом, интенсивность пропускания света которых зависит от приложенного напряжения. Матрица сканируется так же, как растровая развертка в ЭЛТ. Оптические ячейки работают на основе явления поляризации света под действием электрического поля в жидких кристаллах.

Ячейка состоит из следующих элементов:

- 1 – слой жидкого кристалла
- 2 – прозрачные металлические электроды
- 3 – 2 поляризатора – вещества, которое поляризует свет в определенной плоскости
- 4 – цветной светофильтр
- 5 – лампа подсветки

Жидкий кристалл поворачивает плоскость проходящего света в зависимости от напряжения, приложенного к электродам.

В активной матрице каждая ячейка управляется тонкопленочным полевым транзистором, который управляется через горизонтальную и вертикальную шину.

Активные ячейки обеспечивают более высокую контрастность изображения. Подсветка матрицы м/б задней и боковой. В качестве источника излучателя исп-ся люминесцентная лампа белого цвета.

1 пиксель на экране обеспечивается 3-мя ячейками с красным, синим и зеленым светофильтром. Размер пикселя 0,28-0,3 мм. Инерционность ячейки примерно 30 мс.

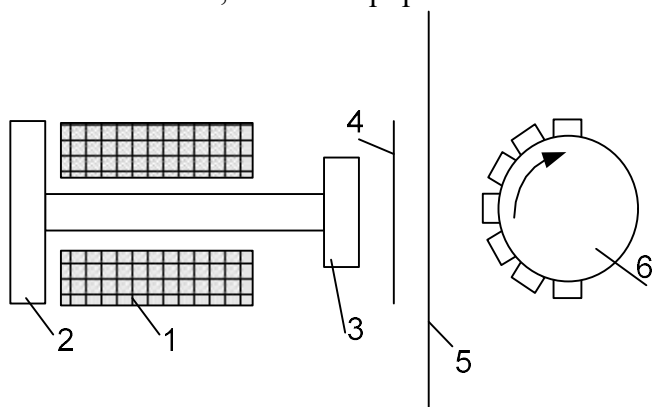
В ЖК-дисплеях часто применяются цифровой интерфейс с видеоадаптером. Потребляемая мощность примерно 25-40 Вт.

Недостатки – низкая контрастность изображения по сравнению с ЭЛТ, возможность отказа нескольких ячеек на экране и большая цена.

Печатающие устройства

Принципы работы ударных печатающих устройств.

Ударный или оттисковый способ печати заключается в переносе на бумагу слоя красящего печатающего вещества при контакте с красящей лентой. Существует две разновидности ударного способа: знакопечатание, знакогенерирование.



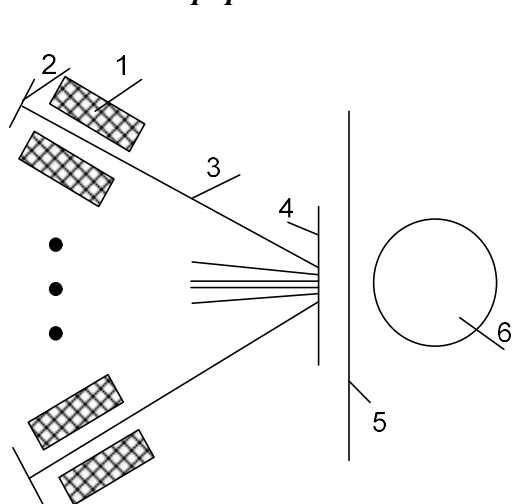
- 1 – обмотка электромагнита
- 2 – якорь электромагнита
- 3 – молоточек
- 4 – красящая лента
- 5 – лист бумаги
- 6 – барабан с литерами

Барабан непрерывно вращается. При включении электромагнита происходит удар молоточка по красящей ленте, в результате чего бумага прижимается с одной стороны к красящей ленте, с другой – к заданной литере на барабане. В результате получается оттиск символа. За один оборот барабанов распечатывается строка знаков.

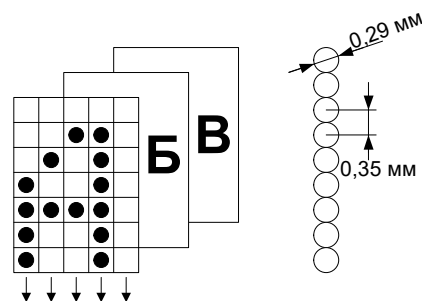
Недостаток – ограниченный набор шрифтов, большая потребляемая мощность.

Достоинства – большое быстродействие, большой объем выводимых распечаток.

Знакогенерирование.



- 1 – обмотки электромагнита
- 2 – якорь электромагнита
- 3 – печатающая иглолка
- 4 – красящая лента
- 5 – лист бумаги
- 6 – резиновый валик



При включении электромагнита печатающая головка ударяет по красящей ленте, в результате чего на бумаге появляется точка. Для распечатки символов используется линейка из 9 иглолок диаметром 0,29 мм, расстояние между иглолками – 0,35 мм. Иглолка расположена вертикально на печатающей головке. Головка при печати перемещается вдоль строки.

Для получения целого знака используется линейка из 9 или более иглолок. Формирование знака

Для получения целого знака используется линейка из 9 или более иглолок. Формирование знака

происходит в знакогенераторе, который имеет трехмерную структуру.

При печати знака в процессе движения печатающей головки по строке. Из соответствующей страницы знакогенератора, определяемой ASCII-кодом выводимого символа, выбирается соответствующая колонка из матрицы знаков (в отличие от мониторов, где выбирается строка матрицы знаков). Информация из нее управляет электромагнитами печатающих иголок.

Достоинства метода:

- неограниченный набор шрифтов;
- возможность вывода изображений в графическом режиме;
- возможность получения нескольких цветов (один, два);
- нетребовательность к качеству бумаги.

Недостатки:

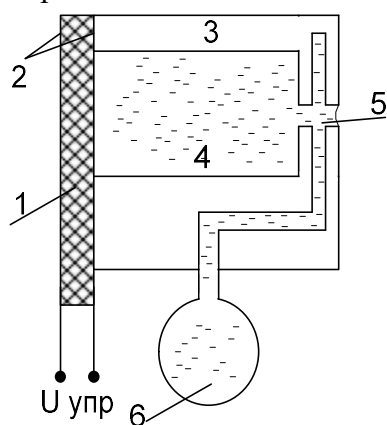
- невысокая скорость вывода информации;
- большая дискретность изображения;
- шумность в работе.

Принципы работы безударных печатающих устройств

Струйные принтеры.

Регистрирующий орган струйных принтеров выполнен в виде микроскопического отверстия сопла, из которого на лист бумаги вылетает тонкая струйка чернил под влиянием избыточного давления, создаваемого в полости головки. Чернила на бумаге быстро высыхают, образуя точку изображения. Существуют следующие основные принципы работы струйных принтеров:

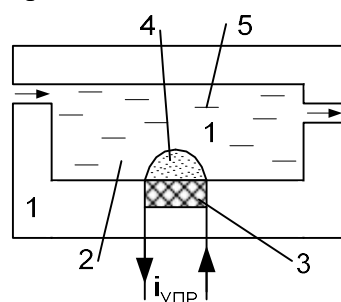
1 вариант:



- 1 – кристалл пьезоэлектрика
- 2 – обкладки кристалла пьезоэлектрика
- 3 – корпус сопла
- 4 – красящая жидкость
- 5 – микроскопическое отверстие – сопло
- 6 – резервуар с красящей жидкостью

При подаче импульса напряжения на обкладки пьезоэлектрика пьезоэлектрик изгибается внутрь корпуса сопла, создавая избыточное давление. При этом из сопла вылетает тонкая струйка чернил и оседает на бумагу. После окончания импульса напряжения пьезоэлектрик возвращается в прежнее состояние. В корпусе сопла создается отрицательное давление и красящая жидкость поступает из резервуара 6. Воздух не проходит из-за поверхностного натяжения жидкости.

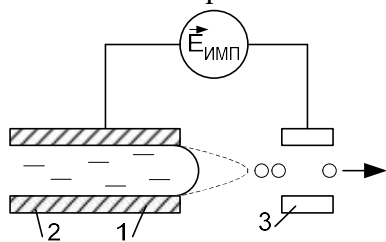
2 вариант:



- 1 – корпус сопла
- 2 – полость корпуса
- 3 – микрорезистор
- 5 – красящая жидкость

При подаче тока на микрорезистор он мгновенно нагревается до сравнительно высокой температуры и образует пузырек 4. В состав жидкости для этого вводятся легкокипящие компоненты. В полости 2 создается избыточное давление и в сопло выбрасывается струйка чернил

3 способ – электростатический



Перед соплом 1 устанавливается кольцевой электрод 3, на который подается высокое импульсное напряжение. В результате с поверхности жидкости отрываются капли и летят на лист бумаги.

В печатающей головке струйного принтера обычно располагаются 64 сопла для черно-белых и 3*20 для цветного.

Разрешение струйных принтеров достигает 720 dpi (точек на дюйм).

Достоинства:

- бесшумность работы;
- реализация цветной печати;
- достаточное разрешение.

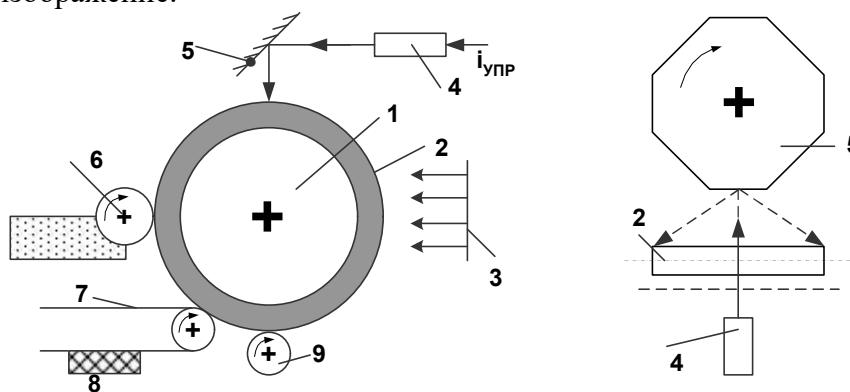
Недостатки:

- большие экономические затраты на красящую жидкость
- специальная бумага.

Кроме того, чернила могут засохнуть в сопле.

Лазерные принтеры

В основе функционирования лазерных принтеров используется явление внутреннего фотоэффекта в светочувствительных полупроводниковых селеновых слоях. Селеновый слой в темноте обладает большим электрическим сопротивлением (низкой проводимостью), и его поверхность может быть заряжена до высокого потенциала. При освещении селен переходит в проводящее состояние, в результате чего поверхность селенового слоя разряжается. В процессе нанесения изображения на поверхности селенового слоя с помощью лазерного луча образуется скрытое электростатическое изображение, которое затем проявляется частицами мелкого красящего порошка (тонера), несущими заряд обратной полярности. Это изображение переносится на лист бумаги контактным способом. Затем лист бумаги нагревается. В состав тонера входит специальная смола, которая при нагревании расплавляется и скрепляет тонер с бумагой, создавая прочное изображение.



- 1) металлический барабан ($U=0$, т.е. заземлен);
- 2) многослойное селеновое покрытие; наружный слой выполнен более твердым для увеличения износостойкости;
- 3) коронирующий электрод – тонкая металлическая проволока, натянутая вдоль барабана; на нее подается высокое напряжение, возникает коронный разряд, и поверхность барабана заряжается до определенного напряжения;
- 4) полупроводниковый лазер; при воздействии на него тока управления от системы управления лазерного принтера он генерирует световой луч, фокусирующийся в точке на поверхности барабана (несколько мкм)
- 5) зеркало развертки; вращается с большой скоростью и обеспечивает растровую развертку луча на барабане; скорость вращения ~ 100 об/сек.

- 6) валик подачи тонера; имеет намагниченную поверхность, в результате чего на его поверхности образуется слой тонера из резервуара; в тонер добавляются ферромагнитные частицы;
- 7) лист бумаги
- 8) нагревательный резистор; в тонере содержится специальная смола, которая расплавляется и плотно скрепляет его с бумагой;
- 9) валик очистки.

Селеновый барабан и картридж с тонером конструктивно выполняются в виде отдельного блока, который заменяется при расходе тонера.

Достоинства:

- большая скорость печати;
- высокое разрешение, высокое качество печати, приближенное к типографскому (600dpi), возможность вывода графики и изображений любого формата;
- большой объем выводимых распечаток;
- большой ресурс работы, до 100000 листов
- небольшие накладные расходы (менее требователен к качеству бумаги, чем струйный).

(Недостатки – требуется бумага высокого качества и нужно пополнять запас тонера) – этого не было.

Также реализованы цветные лазерные принтеры.

Также используется ряд других физических явлений, на их основе реализованы следующие типы печати:

- Электротермический (на специальную бумагу лекровым способом наносится изображение)
- Термореактивный (изображение получается на специальной бумаге при нагреве ее матрицей миниатюрных резисторов)
- Электрохимический (изображение на бумаге появляется в результате химических реакций при прохождении электрического тока).

Архитектура принтеров

Включает в себя:

- 1) способ подключения к ЭВМ или другому источнику информации
- 2) кодовые таблицы
- 3) управляющие коды, системы команд
- 4) число и вид исполнительных элементов
- 5) структуру органов управления и индикации

В настоящее время используются следующие основные интерфейсы для подключения принтера к ЭВМ:

- параллельные интерфейсы (ИППР, Centronix и его дальнейшие варианты). В параллельных интерфейсах одновременно передается байт данных по 8 линиям интерфейса и несколько управляющих сигналов. Считывание данных осуществляется по сигналу стробирования strob. Параллельные интерфейсы обладают высокой скоростью обмена, но работают только на небольших расстояниях до 1,5 м;

- последовательные интерфейсы (ИПРС, RS-232 и дальнейшие варианты его развития). Характеризуются более низкой скоростью обмена, но позволяют передавать информацию на 7-10 м. Данные передаются по одной линии в последовательном виде. Некоторые фирмы выпускают принтеры с несколькими вариантами интерфейса, которые могут выбираться аппаратно или программно. К последовательным интерфейсам относятся также USB, обеспечивающий большую скорость обмена по сравнению с RS-232.

В современных принтерах содержится несколько кодовых таблиц (шрифтов). В их числе присутствует стандартная кодовая таблица IBM; шрифты, отражающие национальный язык; шрифты для печати курсивом и 1-2 кодовых таблицы для печати в режиме повышенного качества. Кроме того, у принтера предусматривается возможность по алгоритмическому преобразованию шрифтов. За счет этого получают уплотненный, расширенный, подчеркнутый, индексный, с двойным ударом и др. типы шрифтов.

Для матричных принтеров в основном используется система команд принтера Epson. Для остальных принтеров используется язык высокого уровня PCL.

По функциональному назначению команды делятся на следующие группы:

- команды управления режимом печати (выбор шрифта);
- команды перемещения бумаги и управления плотностью печати;
- команды форматирования текста;
- команды управления вводом данных;
- команды печати графического изображения.

Формат команд может быть:

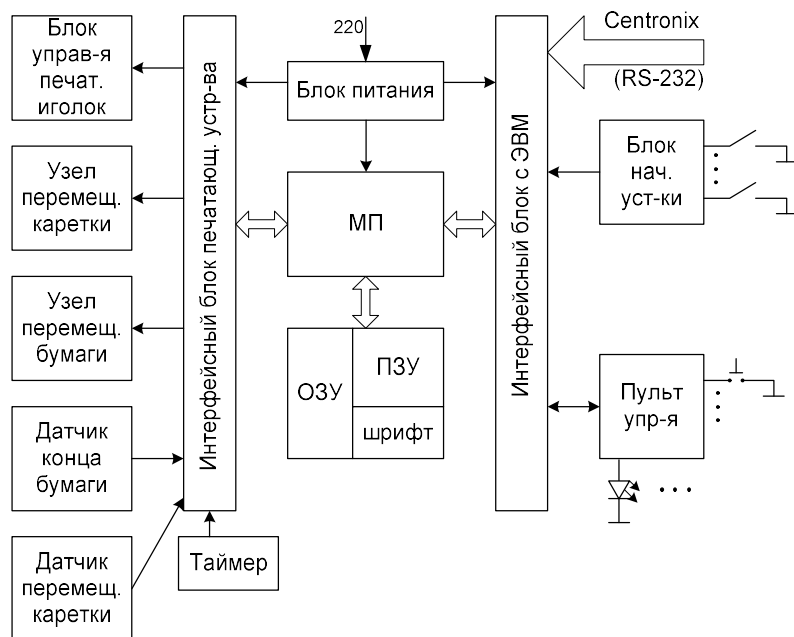
- однобайтовый (управляющие символы ASCII);
- 2-х байтовый (начинаются с кода Esc G..., т.е .расширения);
- 3-х байтовый и многобайтовый (команды вывода графического изображения Esc*m n1n2 p1p2p3...).

В качестве органов управления принтером используются:

- кнопки на пульте управления принтером, которые постоянно опрашиваются во время работы;
- переключатели, опрашиваемые во время включения питания принтера, позволяющие задать режим работы принтера по умолчанию;
- органы индикации – светодиоды или светодиодные матрицы, индицирующие режимы работы.

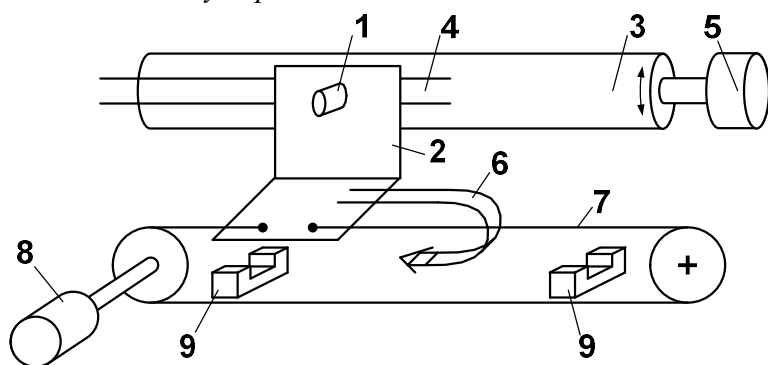
Типовая структурная схема и механическое устройство принтера

Структура:



Механическое устройство принтера

Механическое устройство:



1 – печатающая головка

2 – каретка, перемещающаяся по направляющим вдоль резинового барабана

3 – резиновый барабан для подачи бумаги

4 – красящая лента, перемещается в специальные кассеты

5 – шаговый двигатель привода резинового валика, вращает резиновый барабан на заданный угол подачи бумаги

6 – гибкий печатный кабель соединяет печатный двигатель головки с платой

7 – система перемещения каретки, тросик подсоединен к каретке

8 – шаговый двигатель перемещения каретки

9 – датчики начального и конечного положения каретки, состоят из инфракрасного диода и светодиода.

К листу бумаги прижимается датчик конца бумаги, выполненный в виде рычага, соединенного с электрическим контактом, служат для определения наличия бумаги в принтере.

Шрифты принтера

Принтер работает в следующих основных режимах:

- draft – режим черновой печати. Низкое качество, высокая скорость и шумность
- NLQ – более высокое качество, но меньшая скорость.
- LQ – печать типографического качества, но еще медленнее

Шрифтом называется набор символов определенного алфавита, дополненные цифровыми и специальными знаками.

Основные характеристики шрифта:

- 1) гарнитура – рисунок букв и специальных символов (готический, академический шрифты)

- 2) высота букв измеряется в пунктах (1пт. - 0,351 мм = 1/72 дм по американскому стандарту и 0,376 - европейский стандарт)

Размеры европейских шрифтов: бриллиант - 3пт; перл - 5пт; петит - 8пт; цицера - 12пт; терция - 16пт; текст - 20пт.

Для американских шрифтов: Excelsior - 5пт, Brilliant - 4пт, Pica - 12пт, GreatPremier - 18пт.

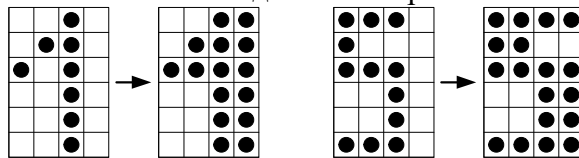
Расстояние между осями иголок принтера составляет 1п.

- 3) по начертанию шрифты делятся на прямой и курсив – наклонные шрифты
- 4) по насыщенности – обычные и выделенной яркости (светлый, жирный и др.)
- 5) по плотности размещения знаков в строке:
 - pica – 10 симв/дюйм
 - elit – 12 симв/дюйм
 - condensed – 17 симв/дюйм

Также существует пропорциональный шрифт, при этом символы имеют разную ширину (каждый символ занимает в строке необходимое для него место, при этом достигается большая плотность текста, чем при одинаковом размере знакоместа для каждой буквы). Применение пропорциональных шрифтов нарушает вид таблиц. Шрифты в принтере находятся в знакогенераторе, который представляет собой 3D матрицу, в каждой строке которой хранится информация о начертании символа. Символ прорисовывается на специальной сетке. Размер сетки матрицы символов не постоянен и принимает разные значения в различных принтерах. В одном принтере может быть использовано 2 режима сетки. Типовые размеры в режиме draft 9*12 мм, NLQ – 18*18. Также при печати применяются разные алгоритмы преобразования шрифтов.

Преобразование в режиме черновой печати

1. Пропорциональное. В знакогенераторе хранится информация о длине каждого символа.
 2. Elit – получается путем изменения интервала времени между 2 ударами иголок.
 3. Уплотненный шрифт – еще большее уменьшение времени между двумя ударами.
 4. Расширенный шрифт получается из основного шрифта путем увеличения ширины исходного символа в 2 раза с помощью алгоритмического преобразования, выполняемого микропроцессорной системой.
- При этом плотность составляет 2 символов на дюйм по строке.



5. Фазовый: наносится дополнительный удар между 2 соседними точками по горизонтали.
6. Печать с двойным ударом – то же, что и 5, но по вертикали выполняются 2 прохода печатающей головки
7. Индексные шрифты – формируются как символы половинной ширины за счет временного уплотнения печати и половинной высоты путем аппаратного объединения 2х соседних вертикальных точек.
8. Подчеркивание включает нижнюю иголку на всю ширину символа.
9. Загружаемые шрифты. Гарнитура символов разрабатывается пользователем с помощью специальных программных пакетов.

Пример команд управления принтером

Esc Sn – каждому символу соответствует свой ASCII-код

n=0 - выключить

n=1 - включить (и тогда работает до получения следующей команды)

Принтер переходит в режим, предусмотренный данной командой.

Esc Wn – расширенная печать

n=0 - выключить

n=1 - включить

Esc 0 – расстояние между строками 3,075 мм

Esc 1 – расстояние между строками 2,54 мм

Esc In – перемещение на n*0,118 мм

Esc * m n1 n2 p1 p2... - вывод графического изображения:

Esc * - установка 8-битного графического режима

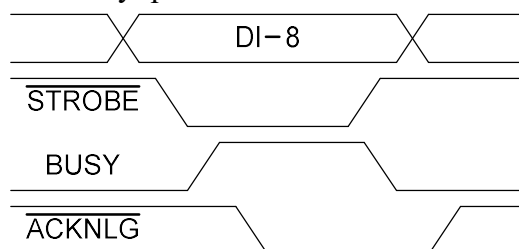
m – параметр, определяющий плотность печати по строке; m=0 – 60 точек на дюйм

$n1, n2$ – число блоков графической информации по 256 байт и остаток

$p1, p2, \dots$ - байты графической информации; каждый байт определяет вертикальный столбец графического изображения: 1- есть удар иголкой, 0 – нет удара.

Интерфейс принтера Centronix

Источник информации – ЭВМ, приемник – печатающее устройство. Обмен осуществляется через 30-пиновый разъем. Со стороны ЭВМ принтер подключается к порту LPT (LinePrinter). Centronix – параллельный интерфейс. При использовании параллельного интерфейса передается одновременно байт данных по восьми проводам и несколько управляющих сигналов.



Параллельный интерфейс характеризуется высокой скоростью обмена данных на небольшое расстояние, до 1.5 м.

Передача данных начинается с проверки источником сигналов. Busy (он передается от принтера к ЭВМ от приемника к источнику). Если $= 0$, источник выставляет байт данных на шину данных и выдает инверсный сигнал $\sim\text{strobe}$ длительностью 0,5 мкс. Приемник по сигналу $\sim\text{strobe}$ считывает данные с шины данных и устанавливает в «1» сигнал busy-занят на время обработки полученных данных. После окончания обработки приемник выдает сигнал подтверждения $\sim\text{ACKNLG}$ от приемника к источнику и снимает сигнал busy. После этого приемник готов к приему следующего байта. Если после передачи данных источник в течение длительного времени не получает сигнал $\sim\text{ACKNLG}$ от приемника, то источник считает, что произошла ошибка при передаче данных. Если приемник не готов по какой-либо причине принимать данные, то он устанавливает в «1» сигнал busy. Более точная информация о причинах отказа идентифицируется сигналом PE (конец бумаги), $\sim\text{ERROR}$ (ошибка приемника).

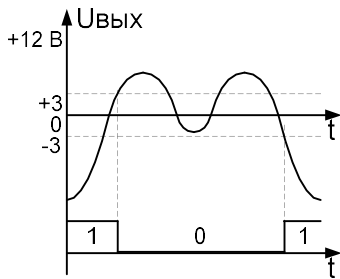
В автономном режиме offline приемник устанавливает сигналы busy-занято и ERROR-ошибка. Также в интерфейсе Centronix используется ряд дополнительных линий, передающих вспомогательные управляющие сигналы, линии заземления для каждой линии данных и линии напряжения питания. Физически кабель интерфейса подключается к 36-контактному разъему LPT.

В настоящее время разработаны новые стандарты параллельных интерфейсов: IEEE 1284. Существует также и:

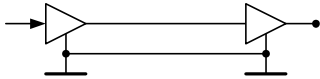
- SPP – по существу – интерфейс Centronix.
- NIBBLE MODE – кроме вывода от источника к приемнику параллельного байта информации существует возможность ввода байта информации от приемника к источнику в 2 цикла по 4 бита через вспомогательные линии управления интерфейса Centronix. Применяется в программаторах.
- Byte Mode – возможна 2-направленная передача информации между приемником и источником по шине данных.
- EPP (enhanced parallel port) – улучшенный параллельный порт – двунаправленная передача байтов данных и адресов, отличающихся по методу стробирования информации
- ECP (extended capability port) – реализуется двунаправленная передача данных, осуществляется аппаратное сжатие данных по методу RLE и использование буферов памяти для операций в/в. Метод RLE осуществляет компрессию сигнала до 64 раз при передаче растрового изображения, где много повторяющихся байт данных.

Применяется в лазерных принтерах (EPP и ECP).

Последовательный интерфейс принтера RS-232



Существует стандартный ряд скоростей обмена: 4800, 9600, 19200...бит/сек. Передатчик и приемник должны быть настроены на одну скорость обмена. Передатчик и приемник интерфейса соединяются по следующей схеме



Временная диаграмма передачи данных контроль по четности



Двунаправленный вариант линии RS-232 содержит {В состав интерфейса входят} следующие линии:

- TD передаваемые данные (для двунаправленных интерфейсов)
- RD – принимаемые данные
- RTS – запрос на передачу данных
- CTS – готовность приемника
- DTR – готовность к передатчика
- DSR – готовность приемника к работе
- DCD – определение несущей частоты линии данных (для модемных вариантов)
- RI – индикатор звонка
- PG – защитное заземление

Существует также другие варианты последовательного интерфейса: RS-423, 422...

Возможны 2 варианта управления потоками данных:

а) аппаратный способ. Использует сигналы RTS и CTS, при этом сигнал CTS останавливает передачу данных, если приемник не готов к работе.

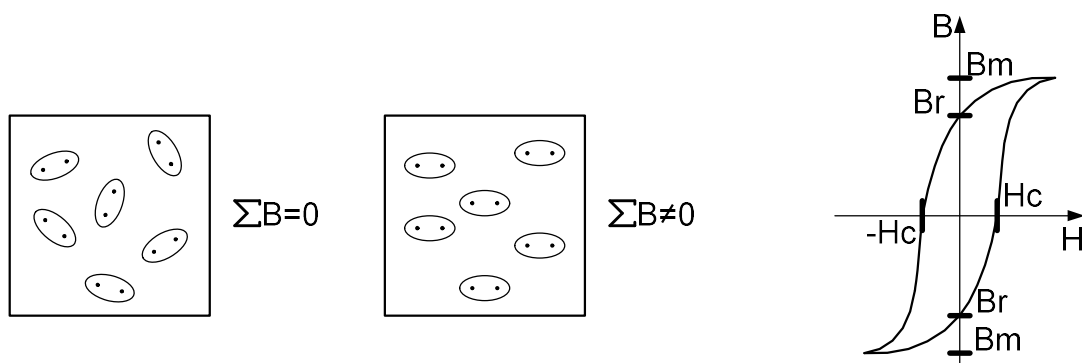
б) программный протокол XON/XOFF. Предполагает наличие двунаправленного канала передачи данных. Если приемник становится не готов к приему информации, то он передает передатчику код XOFF (13h) по обратному последовательному каналу передачи данных. Передатчик, приняв этот код, останавливает передачу данных. Когда приемник становится готов к приему данных, он передает передатчику код XON (11h) и передатчик возобновляет свою работу.

Разработаны новые варианты интерфейса принтеров: RS-422A, RS-423A, RS-485 и ряд других {Ethernet, USB – последовательные сетевые интерфейсы}. Отличаются большей скоростью передачи данных, и большей максимально допустимой длиной линии {и большим количеством абонентов, подключенных к сети}.

Физические основы записи и воспроизведения записи на магнитном диске

Регистрация информации на магнитном носителе сводится к намагничиванию небольших по площади участков магнитного слоя под воздействием внешнего магнитного поля.

В качестве магнитного слоя используется ферромагнетики (окислы железа, хрома, никеля и кобальта). Характерной особенностью этих материалов является наличие в них магнитных доменов (микроскопических областей намагничивания), которые в ненамагниченном состоянии ориентированы хаотически, при этом суммарная индукция $B=0$. Под воздействия внешнего магнитного поля в результате сложных физических процессов домены ориентируются в соответствии с силовыми линиями внешнего магнитного поля и остаются в этом состоянии после снятия этого поля. При этом зависимость магнитной индукции в образце от напряженности внешнего магнитного поля имеет следующий вид.



B_m – индукция насыщения ферромагнетиков

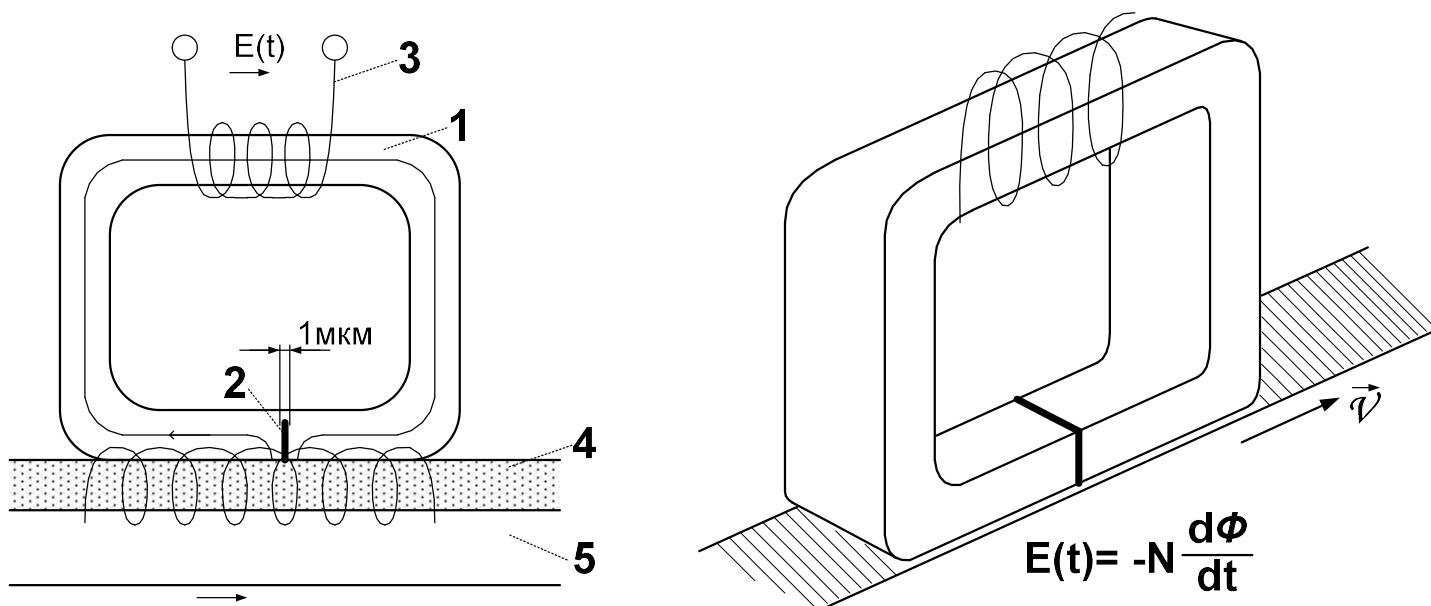
B_r – остаточная индукция после снятия внешнего магнитного поля $H=0$

H_c – коэрцитивная сила – индукция (направленность внешнего магнитного поля), необходимая для снятия намагниченности ферромагнетика.

Чем выше значение B_m , B_r и H_c , тем выше качество ферромагнетика для целей записи информации.

Считывание и запись информации на слой ферромагнетика производится с помощью магнитной головки, которая располагается у поверхности слоя ферромагнитного накопителя с воздушным зазором или без него.

Конструкция головки:



1 – сердечник магнитной головки изготавливается из ферромагнитного материала с большой магнитной проницаемостью и малым значением H_c . В нижней части сердечника находится 2 немагнитная прокладка (магнитный зазор) шириной не более 1 мкм.

3 – обмотка считывания

4 – магнитный слой, в котором записана информация в виде отдельных намагниченных участков

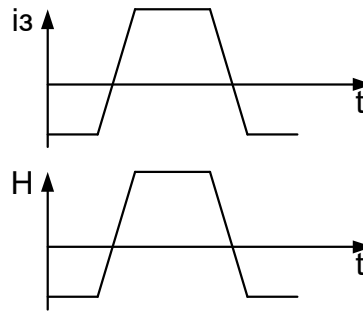
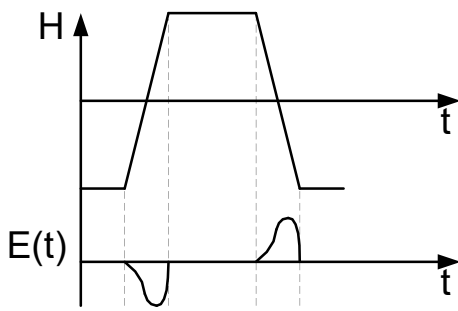
5 – основание магнита

N – количество витков обмотки считывания.

При считывании информации носитель движется под головкой и часть магнитного потока от намагниченных участков носителя замыкается через магнитопровод и обмотку головки воспроизведения.

$\varepsilon(t) = -\omega \cdot \frac{d\Phi}{dt}$, где ω – количество витков обмотки

$\frac{d\Phi}{dt}$ – скорость изменения магнитного потока в головке. Для повышения ε воспроизведения стараются повысить $\frac{d\Phi}{dt}$. Для этого считывание информации выполняется на большой скорости.



Запись информации осуществляется при прохождении тока через головку записи.

Минимальная длина бита для чтения составляет 1 мкм и ограничена величиной немагнитного зазора. При записи индукция магнитного носителя формируется сбегаящим краем немагнитного зазора.

В магнитонакопителях применяют магнитно-резистивные головки считывания AMR, которые позволяют работать с меньшей длиной бита записи. В них сопротивление участка полупроводника зависит от проходящего через него магнитного потока. Головка выполняется по тонкопленочной технологии и позволяет повысить плотность записи информации.

В современной вычислительной технике для высокоскоростных устройств используются плавающие магнитные головки, которые при движении носителя формируют небольшой воздушный зазор порядка 1 мкм между головкой и поверхностью носителя для исключения износа головки.

Плотность магнитной записи

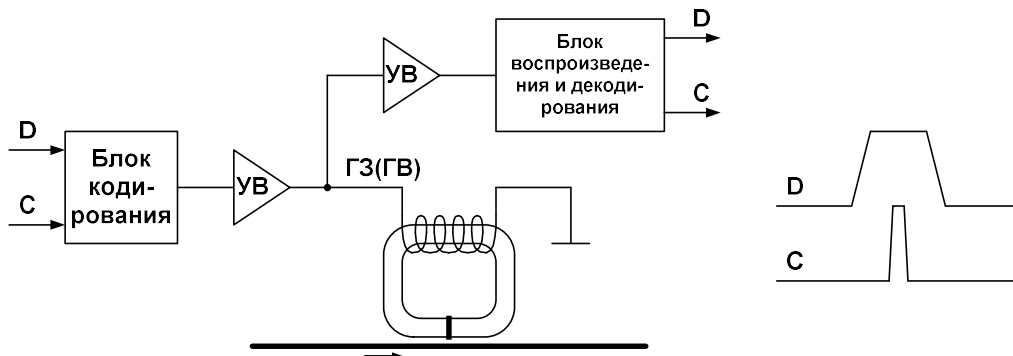
Информация на магнитный диск записывается на концентрические дорожки. Различают поперечную и продольную записи информации.

Продольная плотность – число бит информации на 1 элемент дорожки. Определяется величиной немагнитного зазора считывающей головки, величиной воздушного зазора между головкой и носителем и другими физическими эффектами, ограничивающими плотность записи. Используется значение от 300 до 1000 бит/мм.

Поперечная плотность характеризуется числом дорожек на 1 мм радиуса диска. Определяется шириной магнитного сердечника считывающей головки и необходимостью наличия промежутка между дорожками для исключения влияния информации соседних дорожек. При уменьшении ширины сердечника уменьшается ЭДС воспроизведения (магнитный поток через головку и соответственно $\varepsilon(t)$), что повышает влияние помех и шумов на считанный сигнал. Также диаметр ширины дорожки ограничивает радиальное биение диска при вращении. Поэтому число дорожек на диске ограничено (поперечная плотность на гибких дисках до 3 дорожек/мм, в жестких дисках 50-100 дор/мм). Увеличение плотности в жестких дисках достигается специальной технологией и конструкцией жестких дисков, подшипников, в который вращаются дорожки жестких дисков и системой подвеса головок.

Также на ширину дорожки радиальное биение диска при вращении.

Обобщенная схема канала записи/воспроизведения информации на гибкий магнитный диск



В качестве головки зп/воспроизведение используется одна головка в различных режимах.

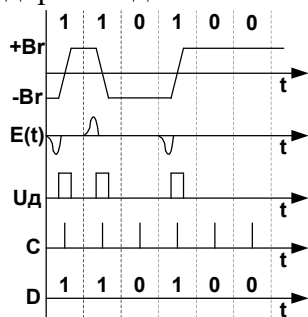
При кодировании и декодировании реализуются определенные способы записи, которые стандартизированы различными международными организациями.

Методы записи и воспроизведения информации на магнитном диске

При разработке методов записи обращалось внимание на повышение плотности записи и возможность реализации синхронизации. С точки зрения синхронизации различают:

- 1) Самосинхронизирующиеся коды, когда в данных, записанных на магнитную дорожку, присутствует сигнал синхронизации.
- 2) Несамосинхронизирующиеся коды, в которых проблема синхронизации решается с использованием дополнительной дорожки для записи сигнала синхронизации.

Метод без возврата к нулю (БВН) Метод несамосинхронизирующийся, требует наличия отдельной дорожки для записи синхросигналов.



При записи каждой «1» соответствует переключение тока в области {головке} записи. При считывании ε (ЭДС) {с головки} области считывания усиливается, ограничивается выше уровня помех и индуктируется 2-хполупериодным детектором. Данный метод применяется в накопителях на магнитной ленте, при этом на 8 дорожек записывается байт информации, а на 9 сигнал синхронизации. Далее информация считывается по сигналу синхронизации, который записан на отдельную дорожку.

Преимущества: простота реализации, ограниченный частотный спектр

Недостатки: необходимость дополнительной дорожки и низкая плотность записи

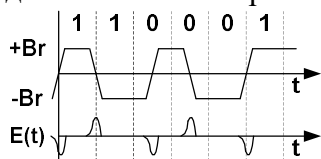
Способ записи с фазовой модуляцией (ФМ)

Способ записи реализует самосинхронизацию. Запись единицы соответствует перепаду индукции на носителе из $-B_ч$ в $+B_ч$; запись нуля – перепад из $+B_ч$ в $-B_ч$. При считывании информации производится дифференцированный сигнал с головки воспроизведения, усиление ограничения выше уровня шумов и детектирование. Полученные импульсы дифференцируются по обоим фронтам, и из них получается смесь сигналов для выработки синхроимпульса. Синхроимпульсы вырабатываются специально задающим генератором с использованием системы фазовой подстройки авточастоты. Полученные синхросигналы используются для считывания полученной частоты.

Достоинства метода: реализация самосинхронизации, т.е. не требуется специальная дорожка для записи синхросигнала. Для автоподстройки генератора настройки при считывании необходимы специальные служебные последовательности сигналов, записанных на магнитную дорожку, что снижает информационную емкость носителя.

Способ модифицированной фазовой модуляции (МФМ)

Метод модифицированной фазовой модуляции (MFM). Самосинхронизирующийся метод. Этот способ обеспечивает удвоение емкости носителя по сравнению со способом фазовой модуляции и обладает свойством самосинхронизации {информационную емкость в половину периода сигнала считывания на двоичный знак переносимой информации}.



где $E(t)$ – сигнал с головки воспроизведения.

Алгоритм записи:

«1» соответствует перепад тока записи в начале цифровой позиции, «0» – перепад тока записи в середине цифровой позиции. «0» не вызывает переключение тока записи, если следующий знак записанной информации «1».

Обработка сигнала производится аналогично методу фазовой модуляции. Синхроимпульсы вырабатываются генераторами фазовой подстройки авточастоты. Метод используется в накопителях на гибких магнитных дисках.

При обработке сигналов считывания с головки производится дифференцирование, увеличение, симметричное ограничение и формирование импульсов по фронтам сигнала. Затем смесь сигналов поступает на генератор синхроимпульсов, использующих систему фазовой автоподстройки частоты (СФАПЧ), которая вырабатывает синхросигналы, используемые для формирования информационных сигналов на выходе.

Методы группового копирования RLL

Эти методы обеспечивают повышение плотности записи в 1,5 раза по сравнению с MFM. В этих методах цепочка последовательно записанных входных данных предварительно делится на группы по несколько бит, которые затем кодируются по определенным правилам. Причем каждая группа преобразуется в новую группу с избыточным числом разрядов. При этом ограничивается длина непрерывающих участков дорожки носителя, на которых может произойти сбой генератора синхроимпульсов с системой ФАПЧ. Это позволяет записать данные с большей плотностью на дорожку, не опасаясь сбоя синхронизации и обеспечить самосинхронизацию. {Это позволяет в 1,5 раза увеличить плотность записи по сравнению с методом MFM.}

Технология записи PRML

При считывания с магнита резисторной головки сигнал считывания преобразуется в цифровую форму и обрабатывается специальными фильтрами по определенному алгоритму. Способ позволяет еще больше увеличить плотность записи.

Формат дискеты накопителя информации на гибких магнитных дисках

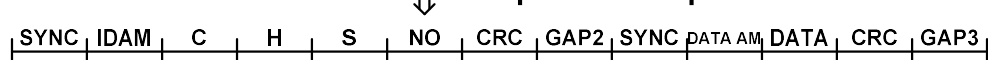
Размер дискеты 3,5'', емкость 1,44 Мбайта (1,38) Дискета имеет 80 цилиндров, 2 поверхности, 18 секторов на дорожку.

Информация записывается на диск по дорожкам. Минимальный размер – сектор (512 байт). Совокупность дорожек с одинаковым номером образует цилиндр. Внешний цилиндр имеет номер 0. Контроллер накопителя выполняет сборку или разборку блоков информации секторов или целых дорожек, формирование и проверку контрольных кодов и управляет всей электромеханикой накопителя. Скорость вращения гибкого диска 300-360 об/мин. Дискета 3,5 дюйма имеет размер 1,44 Мб, 80 цилиндров, 2 головки и 18 секторов на дорожку.

Формат дорожки:



Формат сектора



Дорожка состоит из:

1) Начало дорожки:

- GAP4A – заполнение, записывается контроллером при форматировании (длина 80 байт 4Eh);
- SYNC – поле для настройки генератора синхроимпульса (ФАПЧ) (12 байт);
- IAM – адресный маркер начала дорожки, записывается контроллером при форматировании. Содержит 3 байта со специальным нарушением синхронизации;
- GAP1 – записывается при форматировании (51 байт 4Eh). Дальше идут сектора с данными.

2) Сектора с записанными данными

3) Конец дорожки – идет заполнение до конца

Сектор содержит следующие поля:

SYNC – поле для настройки генератора синхроимпульса (12 байт)

IDAM – адресный маркер идентификатора сектора (3 байта со специальным нарушением синхронизации)

C – номер цилиндра (1 байт)

H – номер дорожки (1 байт)

S – номер сектора (1 байт)

NO – код размера сектора (1 байт)

CRC – контрольная циклическая сумма заголовка сектора (2 байта)

GAP2 – заполнение (22 байт 4Eh)

SYNC – поле синхронизации (12 байт)

DATA AM – адресный маркер данных со специальным нарушением синхронизации

DATA – поле данных, определяется полем NO (стандартно 512 байт)

CRC – контрольная сумма поля данных

GAP3 – заполнение до конца сектора.

Особенности некоторых полей:

– Адресные маркеры начала дорожки, идентификатора сектора и данных записываются контроллером при форматировании со специальным нарушением синхронизации, чтобы при считывании информации с дорожки выделить их из общего последовательного потока данных, считываемых с дорожки.

– Поля SYNC предназначены для синхронизации генератора синхроимпульса ФАПЧ контроллера при считывании и содержат 12 байт информации 00.

– Поля CRC – контрольная сумма соответствующего поля. Образуется при помощи циклического полиномиального кодирования.

– Поля GAP – заполнитель для разделения отдельных полей и секторов.

Алгоритм чтения сектора/записи сектора накопителя на гибких магнитных дисках

Алгоритм чтения сектора

При получении команды «прочитать сектор» контроллер позиционирует головки на соответствующий цилиндр, выбирает поверхность носителя, нагружает головку чтения-записи {прижимает головку к вращающейся дискете} и настраивается на поиск сбоя синхронизации в адресном поле.

При появлении под головкой очередного адресного маркера контроллер считывает номер сектора из заголовка сектора. Если номер не соответствует требуемому, то контроллер снова настраивается на поиск следующего адресного маркера. При обнаружении сектора с нужным номером, контроллер проверяет достоверность заголовка сектора по полю CRC и настраивается на поиск адресного маркера данных. После нахождения его контроллер считывает данные в буфер, вычисляет контрольную сумму считанных данных, сравнивает ее со значением, записанным на диске в поле CRC на дорожке. В случае совпадения выставляет признак успешной операции, прекращает чтение, передает считанные данные в центральный процессор и ждет следующей команды.

Алгоритм записи сектора

При получении команды «записать сектор» контроллер настраивается на поиск адреса нужного сектора так же, как при чтении. При успешном поиске контроллер считывает поле GAP2 и после этого начинается процесс записи. Сначала записывается поле SYNC, затем адресный маркер данных с нарушением синхросигнала, затем записывается поле данных из буфера, куда они ранее поступают из ЦП. После этого контроллер подсчитывает контрольный код поля данных, записывает его в поле CRC. После этого операция записи прекращается.

Такая процедура чтения и записи и формат необходимы для устранения нарушений синхронизации в асинхронных процессах. Обычные и стертые данные отличаются соответствующим значением поля адресного маркера данных. При записи и форматировании используются методы MFM в накопителях на гибких магнитных дисках, и метод RLL – в жестких магнитных дисках.

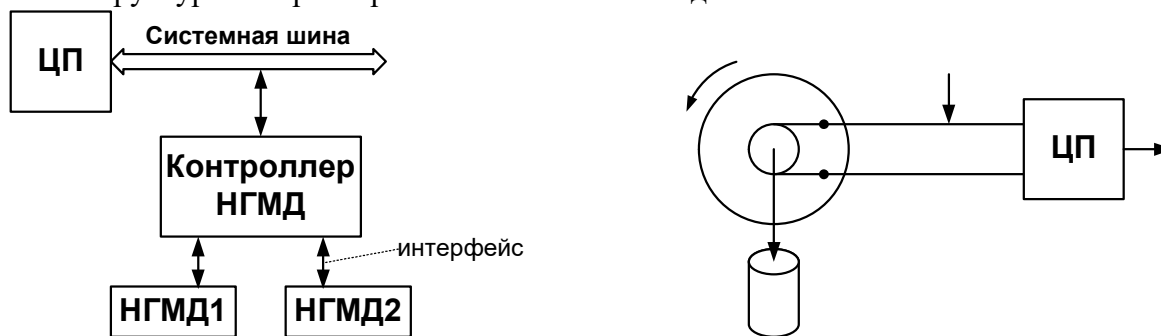
Формат ГМД строго стандартизирован и всегда одинаков для всех типов накопителей для обеспечения переносимости информации.

Форматирование жестких дисков в целом выдерживает рассматриваемую структуру, но может изменяться у различных производителей. Стандартная длина сектора 512 байт. Но при использовании специализированных драйверов может форматировать дискету на большую длину сектора, что увеличивает ее информационную емкость. При этом драйвер осуществляет трансляцию запросов в стандарте DOS к реальной разметке дискеты.

Контроллер накопителя на гибких магнитных дисках

Контроллер выполняет сборку или разборку блоков информации, секторов или целых дорожек, осуществляет модуляцию и демодуляцию сигналов, формирование и проверку контрольных кодов. Контроллер управляет всеми механизмами накопителя на ГМД.

Структура контроллера гибкого магнитного диска.



Контроллер включает в себя 3 основных узла:

- 1) Буфер шины данных. Обеспечивает связь, вырабатывает запросы на прерывание и прямой доступ к памяти. (ПДП)
- 2) Блок управления накопителями. Управляет электромеханикой ГМД, обеспечивает функции перемещения головок, нагружения головок, определение нулевого цилиндра, выбор метода записи и др.
- 3) Блок управления контроллером. Включает в себя несколько регистров общего назначения:

RS – регистр состояния, RIO – регистр входных и выходных данных (доступен для чтения и записи), RO и RI – используется для преобразования информации из параллельной в последовательную и наоборот, BRC – блок регистров контроллера (для хранения кодов команд и служебной информации атрибутов), статусные регистры ST0-ST3 (в них хранится информация о состоянии контроллера, правильном или неправильном выполнении команд и причинах ошибок).

При обмене информацией с системной шиной может быть реализовано 2 режима:

- 1) С использованием прерываний
- 2) В режиме ПДП

Интерфейс НГМД предназначен для связи накопителя и контроллера НГМД. Передача данных имеет последовательный характер в обоих направлениях. В интерфейс НГМД входят следующие линии:

- 1) Включение двигателя вращения дискеты.
- 2) Направление перемещения головки
- 3) Шаг шагового двигателя перемещения головок
- 4) Выбор поверхности диска для считывания
- 5) Нагружение головок
- 6) Синхросигналы от контроллера дисководов
- 7) Признак нулевой дорожки
- 8) Защита записи
- 9) Синхросигналы от НГМД
- 10) Данные записи
- 11) Данные считывания
- 12) Ряд других вспомогательных сигналов

Контроллер НГМД имеет несколько портов ввода-вывода для обеспечения работы. Адреса портов:

- 3F0 – регистр состояния SRA для чтения
- 3F1 – RSB для чтения
- 3F2 – регистр управления DOR для записи
- 3F4 – основной регистр состояния MSR для чтения
- 3F5 – регистр данных DR для чтения-записи
- 3F6 – регистр сигнала входа DIR для чтения
- 3F7 – регистр конфигурации CCR

Формат регистра управления DOR:

- 5 разряд – включение двигателя первого дисководов
- 4 – включение двигателя второго дисководов
- 3 – разрешение прямого доступа к памяти (ПДП)
- 2 – сброс контроллера
- 0 – выбор накопителя.

Формат регистра управления MSR:

- 7 – разрешение передачи данных
- 6 – направление передача данных

5 – режим ПДП

4 – чтение-запись

1 – накопитель 1 в режиме установки

0 – накопитель 2 в режиме установки.

В регистре DR все разряды – данные. Через этот регистр пересылаются коды команд накопителя, атрибуты команд, данные чтения-записи и состояние.

В регистре DIR находится скорость передаваемых данных: 500, 200 Кб/с.

Контроллер выполняет следующие команды:

- считать данные (с диска считывается сектор и передается в центральный процессор)
- записать данные
- читать дорожку (используется для поиска заданного сектора)
- форматировать дорожку (на дорожку записывается служебная информация)
- чтение идентификаторов (используется для определения местоположения головки)
- установить головку на нулевую дорожку или рекалибровать (цилиндр номер 0, при обнаружении нулевой дорожки поступает сигнал от датчика нулевой дорожки и команда успешно завершается)
- установить головку на дорожку с требуемым номером
- определить или задать время нагружения головки.
- Получить состояние устройства
- Ряд других команд.

Команда состоит из трех фаз

- 1) Фаза команды (в контроллер передается код команды и ее атрибуты – несколько байт)
- 2) Фаза выполнения (прием или передача информации)
- 3) Фаза результата (контроллер передает информацию состояния, которая содержится в регистрах ST0-ST3 и данные, определяющие местоположение головки).

I команда чтения данных из списка

Фаза	ЧТ/ЗП	Данные	Примечания
Команды	W	MT,1, SK, 00110	} код команды (2 байта)
	W	0000, HDS, 0, DS	
	W	C	} данные для команды
		H	
		R	
		N	
		EOT	
		GPL	
		DTL	
Выполнение	R	D	чтение сектора с диска и передача в ЦП

MT – признак многодорожной передачи (обе дорожки рассматриваются как цилиндр)

SK – пропуск стертых данных

HDS – номер головки

DS – номер накопителя

C – номер цилиндра

H – номер головки

R – номер сектора

N – длина сектора

EOT – конец дорожки

GPL – длина межсекторного промежутка

DTL – длина передаваемых данных

Результат	R	ST0	} информационное состояние
	R	ST1	
	R	ST2	
	R	C	} данные сектора
	R	H	
	R	R	
	R	N	

ST0 – регистр состояния – используется для информации о нормальном или ненормальном завершении команды. В нем содержится информация о нормальном и ненормальном выполнении команды

рекалибровать, т.е. перевести головку на нулевую дорожку

ST1 – регистр состояния:

0й разряд равен 1, если не найден адресный маркер сектора при повторной попытке или не найден маркер данных

1й разряд равен 1, если есть сигнал защиты записи при выполнении команд записи и форматирования

2й разряд = 1, если не найден запрошенный сектор в команде чтения;

3 – адресный маркер сектора не может быть прочитан в команде чтения сектора

4 – не найден сектор для чтения в команде дорожки

5 – устанавливается в единицу, если не обслужен запрос контроллера на ПДП за определенный период времени

6 – ошибка контрольной суммы в поле CRC или адресном поле маркера

7 – устанавливается в единицу при попытке получить доступ к сектору за последним на цилиндре

ST2 – регистр состояния:

0й разряд устанавливается в 1, если не найден маркер данных

1 – внутренний разряд контроллера не совпал с номером сектора из идентификатора, передаваемого в фазе команды

5 – есть ошибка в контрольной сумме в поле данных

6 – попытка доступа к сектору с отметкой “стертое поле данных”

ST3 – контроллерный регистр состояния

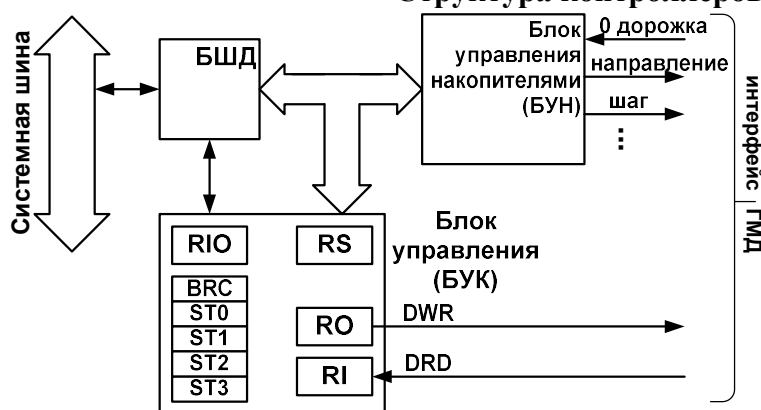
2й разряд равен 1 – номер выбранной головки со стороны MB

4 – есть сигнал со стороны дорожки NGMB

6 – есть сигнал со стороны NOMB

Информация в ST0 информирует о результате завершенной операции, нормальное или нет. Информация в регистрах ST1-ST3 позволяет выявить ошибку.

Структура контроллеров магнитных дисков



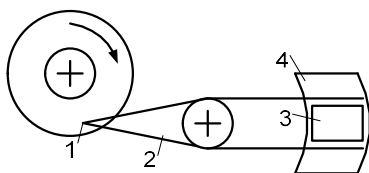
БШД обеспечивает связь с контроллером, системной шиной и вызывает запросы на прерывание и ПДП. БУН обеспечивает управление электромеханикой накопителя. БУК включает в себя несколько регистров спецназначения: RS – регистр состояния, RIO – регистр входных/выходных данных. Доступен для чтения и записи. Через него осуществляется обмен данными и служебной информации.

регистры RO и RI программно недоступны. Используются для преобразования из последовательной в параллельную форму и наоборот. BRC – блок регистров контроллера для хранения кода команды и служебных атрибутов информации. ST0-ST3 – регистры состояния. При обмене информации с системной шиной могут быть реализованы 2 варианта: режим с использованием прерываний (более медленный) и режим прямого доступа к памяти (более быстрый).

Накопители на жестких магнитных дисках

Параметры накопителей: информационная емкость более 10 Гбайт. Интерфейсы: SCSI или IDE. Контроллер располагается на плате управления ЖМД. Быстродействие интерфейса от 32 байт/с. Интерфейс IDE позволяет подключать до двух устройств: 1 – в режиме Master-ведущий, 2 – в режиме Slave-ведомый. Передача данных 16 бит параллельно, передаются 3 младших разряда шины адреса и несколько управляющих сигналов (40 линий).

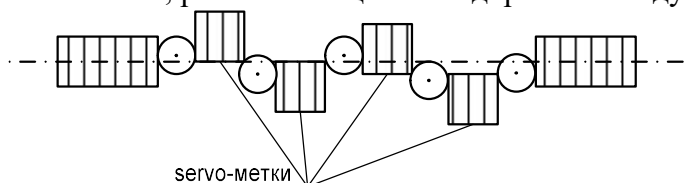
Интерфейс SCSI – 16 бит параллельно. Позволяет подключать до 7 равноправных устройств. Основу накопителя составляет пакет дисков с ферромагнитным покрытием. Скорость вращения 7200 об/с. Система позиционирования головок устроена следующим образом



- 1 – блок магнитных головок
- 2 – система подвеса головок
- 3 – подвижная катушка магнитного привода
- 4 – постоянный магнит привода головок

Для точного позиционирования магнита на дорожке применяется система servo привода замкнутая система обратной связи.

Сигнал обратной связи считывается с обратной головки, когда при вращении под ней проходят servo-метки, располагающиеся на дорожке между секторами данных.



Время поиска дорожки составляет 8-10 мс, время перехода на дорожку 0,8-2 мс, количество физических дисков 1-2, количество физических цилиндров несколько тысяч. Стандартный размер сектора 512 байт. Методы кодирования RLL, PRML. В корпусе винчестера установлены 2 типа воздушных фильтров: барометр (через него проходит воздух при изменении внешнего давления) и внутренний регуляционный (в нем задерживается внутренняя пыль, образующаяся при износе винчестера). При резком изменении температуры необходима выдержка в несколько часов перед включением накопителя для испарения накопившегося конденсата.

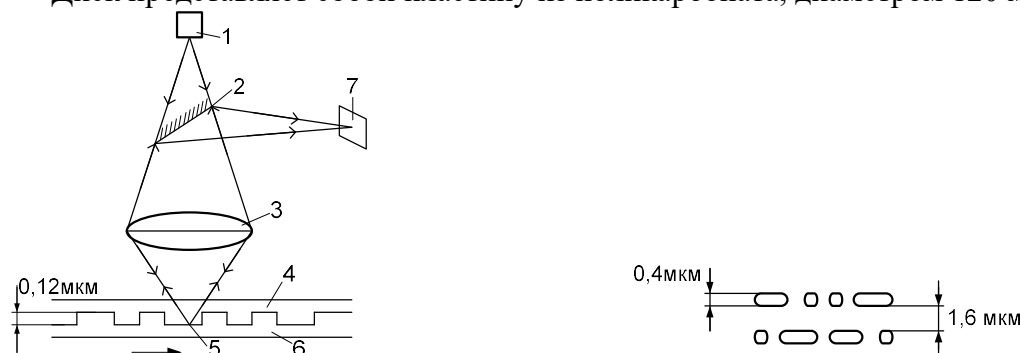
Для ускорения считывания информации применяется чередование секторов. Также применяется послойное расположение секторов и радиальное смещение секторов на соседних дорожках. Форматирование накопителя выполняется на двух уровнях: 1) программный (доступен пользователю) 2) физическое форматирование (в современных моделях недоступен пользователю).

Современные накопители во время работы выполняют операции:

- термокалибровки – коррекция расчетного положения головок относительно дорожек для различных дорожек цилиндра
- свипирование – перемещение головок по поверхностям диска
- при долгом отсутствии обращения к накопителю автоматическая парковка головок и при выключении питания.

Физические основы записи на лазерных дисках CD-ROM

Диск представляет собой пластину из поликарбоната, диаметром 120 мм, высотой 1,2 мм.



- 1) Лазерный диод – п/п лазер, длина излучения $\lambda = 0,78$ мкм
- 2) Полупрозрачное зеркало {Система расщепления луча}
- 3) Фокусирующий объектив – фокусирует луч лазера в пятно $d = 1$ мкм.
- 4) Прозрачный диск из поликарбоната толщиной 1,2 мм диаметром $d = 120$ мм. Информация записывается в виде питов (микроскопических углублений) на нижнюю поверхность диска. Ширина пита 0,4 мкм, расстояние между дорожками по радиусу 1,6 мкм. Питы покрыты отражающим слоем 5 и защитным лаком 6.
- 5) Отражающий алюминиевый слой
- 6) Защитный лак
- 7) Фотоприемник – на него попадает отраженный луч.

Считывание информации осуществляется за счет эффекта интерференции отраженного излучения. Информация записывается самосинхронизирующимся кодом EFM. 1 байт исходных данных записывается 14 Питами + 3 Пита служебной информации.

Информация записывается в непрерывную спиральную дорожку, которая содержит 22 тысячи витков с поперечной плотностью 600 витков/мм.

Скорость считывания информации = $n \cdot 150$ кбайт/сек, где 150 – скорость считывания, необходимая для звукового сигнала, n – кратность скорости считывания данного накопителя.

Считывание осуществляется с постоянной линейной скоростью 1,2-1,4 мб/сек

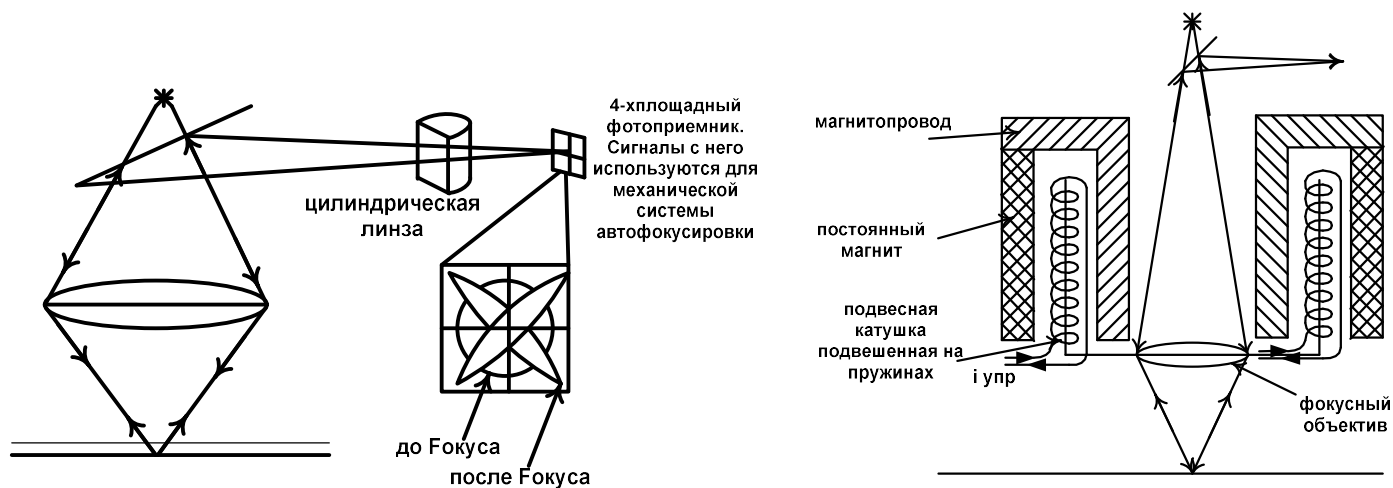
При сканировании сфокусированный лазерный луч по-разному отражается от участка с углублениями-Питами и без них за счет явления интерференции отраженного лазерного излучения. Отраженный луч попадает на фотодиод и за счет разности освещенности считывается информация 0 или 1. На диске информация записана на 1 спираль, содержащую около 23 тыс. витков = 5 км. Линейная скорость считывания 1,2-1,4 м/с. Информационная скорость считывания = $n \cdot 150$ Кбайт/с. n – кратность скорости считывания накопителя. 150 Кбайт/с – скорость звукового сигнала.

Оптическая головка

Перемещается по радиусу диска с помощью поворотного устройства или линейного шагового двигателя. Чтобы считывание информации с диска было возможным, необходимо чтобы дорожка все время находилась в фокусе оптической системы. Глубина резкости оптической головки составляет $\pm 1,9$ мкм.

Биение диска при вращении по вертикали составляет до $\pm 0,5$ мм. Поэтому для поддержания заданного расстояния между объективом оптической головки и отражающей поверхностью диска применяется система автофокусировки. Кроме колебаний в вертикальном направлении диск может колебаться в направлении, перпендикулярном оси вращения до 70 мкм. Для правильного воспроизведения информации на дорожке нужно обеспечить точность слежения за дорожкой до $\pm 0,1$ мкм. Для этого применяется система слежения за дорожкой – система автотрекинга.

Система автофокусировки устроена следующим образом:



{//1 – цилиндрическая линза}

1 – фокусирующий (фокусный) объектив. Подается ток управления, в результате которого объектив может перемещаться вверх-вниз.

2 – подвижная катушка системы автофокусировки. К ней прикреплен 1. На 2 подается ток управления. 2 подвешена на пружинах. За счет системы обратной связи поддерживается на постоянном расстоянии, т.е. все время 2 находится в фокусе объектива.

3 – постоянный магнит

4 – магнитопровод

Система автокрекинга устроена аналогично, но объектив смещается по радиусу диска. Для управления системой автокрекинга также используется ряд оптических эффектов.

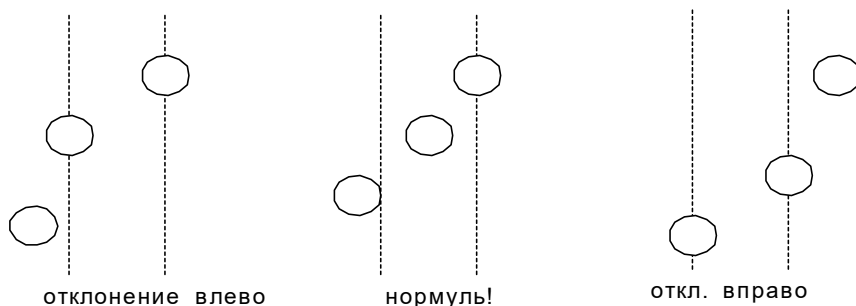
Для автотрекинга применяются следующие методы:

1) Метод 3-х лучей

При смещении оптической головки от нормального положения на дорожке нарушается баланс сигнала с фотоприемников В и С, и на выходе схемы управления появляется сигнал для управления системой автотрекинга.

Механические системы управления устроены аналогично, но перемещение будет по радиусу диска.

МЕТОД ТРЕХ ЛУЧЕЙ!!!

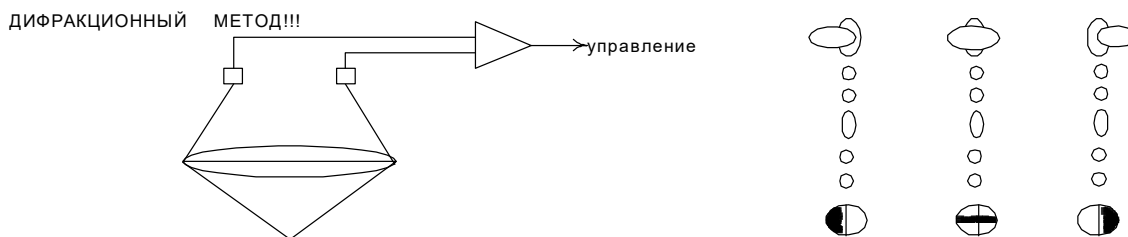


2) Дифракционный метод. Используется 1 луч и два фотоприемника

Используется еще ряд методов автотрекинга.

Информационное пространство диска состоит из 3-х частей:

- 1) входная директория, содержащая оглавление диска, адреса всех записей, число заголовков, суммарное время записи, название диска и другую информацию. Размер – 4 мм по радиусу от отверстия диска. В 1-х секторах находится метка диска, данные об авторе, дата публикации.
- 2) Область данных (33 мм по радиусу)
- 3) Выходная директория. В ней расположена специальная метка, сигнализирующая о конце диска.



Формат диска CD-ROM

Сектор диска содержит 3234 байта. Кодирование осуществляется по методу EFM. 1 байт = 14 ПИТ информации на диске + 3 дополнительных разряда. Информация на секторе занимает 2252 байта и 882 байта служебной информации для коррекции ошибок. Для коррекции применяется метод Рида-Соломона и процедура перемежения информации, при которой расстояние между двумя соседними символами кодового слова составляет $\approx 0,7$ мм слова на дорожке, перемежаясь с символами других кодовых слов. При этом уменьшается влияние попадающих на поверхность диска пылинок и царапин.

Диаметр лазерного излучения составляет 1,5 мм.

Пространство диска состоит из 3х частей:

- 1) входная директория, содержащая оглавление диска, адреса всех записей и другая служебная информация. В первых секторах находится метка диска, данные об авторе, дата публикации, имя программы запуска, управляющей доступом к диску и другая служебная информация;
- 2) область данных, делится на треки, которые образуют сектора одного назначения. На диске может быть от 1 до 99 треков;
- 3) выходная директория, в которой располагается специальная метка, сигнализирующая о конце диска.

Физические форматы дисков CD-ROM описываются специальными международными стандартами:

- redbook – для звуковых дисков
- yellowbook – для информации.

Форматы лазерных дисков CD-R, CD-RW, DVD

Формат CD-R – однократно записываемые пользователем диски. На диск нанесена отражающая дорожка. Применяются для архивации данных. Считываются на обычных накопителях CD-ROM. На чистые диски при изготовлении наносится слой золотого напыления, покрытый слоем органического красителя. На дисках есть нанесенная спиральная дорожка, по которой осуществляется позиционирование оптической головки.

При записи сфокусированный луч лазера выжигает в нужных местах дорожки пикеты в слое органического красителя. За счет разности коэффициента отражения считывающего лазерного луча от пиков (выжженных) и невыжженных участков дорожки осуществляется считывание информации. Запись осуществляется на специальных накопителях CD-R, которые стоят дороже накопителей CD-ROM. Запись производится под управлением специального программного обеспечения. Считывание возможно на обычных CD-ROM.

Время доступа накопителей CD-R > CD-ROM, скорость считывания ниже, надежность меньше, из-за специальной более тяжелой оптической головки с мощным лазером.

Срок хранения дисков до записи 5-10 лет. Сохранение информации ≈ 75 лет.

Формат CD-RW – многократно записываемые пользователем диски. В них перед отражающей поверхностью находится слой вещества, который может находиться в 2-х различных фазовых состояниях: аморфном и кристаллическом. В этих состояниях это вещество имеет разные коэффициенты отражения. При записи под воздействием специального лазерного луча происходит изменение фазового состояния вещества. При повторном излучении – повторное изменение фазового состояния. При считывании лазерный луч по-разному отражается от участков с различным фазовым состоянием. Коэффициент отражения значительно ниже, чем у дисков CD-ROM.

Диск CD-RW может быть считан на обычном накопителе CD-ROM, если он имеет чувствительную оптическую головку.

Срок сохранности дисков по заявлениям изготовителей – 75 лет, срок хранения до записи – 5-10 лет.

Формат DVD – Digital Video Disk. В 1997 году крупнейшие производители электронной аппаратуры пришли к единому стандарту видеоносителей нового типа DVD. Разработка этого стандарта проводилась с учетом требований киноиндустрии. DVD также может использоваться для записи видео, звуковой, текстовой информации и программного обеспечения для компьютеров. Диаметр диска – 120 мм, толщина – 1,2 мм.

С одной стороны диска располагается 1 или 2 регистрирующих слоя несущей информации: верхний слой – полупрозрачный, нижний – отражающий. Считывающий луч может фокусироваться на нижнем или верхнем слое. Используется лазер с длиной волны 0,65 мкм (видимое инфракрасное излучение). Это позволило уменьшить размеры Пита до 0,15 мкм и расстояние между дорожками – 0,74 мкм.

При записи видеоданных используется сжатие по методу MPEG-2. При этом длительность записи видеопрограммы на односторонний диск составляет до 4-х часов. Также разрабатывается вариант 4-слойного диска по 2 поверхности сверху и снизу.

Емкость: односторонний однослойный диск – 4,7 Гб, односторонний двухслойный – 8,5 Гб.

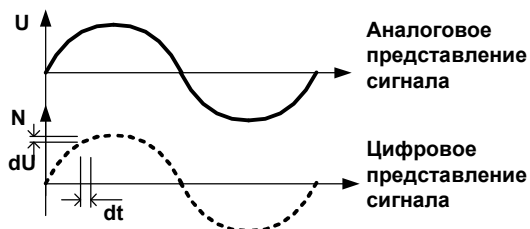
Стандарт DVD позволяет установить блокировку определенных фрагментов записи для введения пароля. Для защиты рынка сбыта диски DVD снабжаются региональным кодом, который позволяет считывать их только на аппаратах своего региона. Выполняется условие совместимости дисков CD-R и DVD.

В настоящее время выпускаются диски с возможностью записи.

Технические средства мультимедиа

Мультимедиа – это взаимодействие визуальных и аудио эффектов под управлением интерактивного программного обеспечения. Для целей мультимедиа персональный компьютер должен обладать большим быстродействием, большим объемом памяти, иметь монитор и видеоадаптер, поддерживающие режим SVGA с достаточным разрешением и кадровой частотой. Также должен быть аудиоадаптер, накопитель CD-ROM, громкоговорителями и наличием сетевого адаптера или модема для связи с другими компьютерами и другие необходимые периферийные устройства.

Существуют аналоговые и цифровые формы представления сигналов. Аналоговым сигналом называется непрерывное изменение во времени некоторой физической величины (к примеру, тока, напряжения, магнитного потока).



Цифровой сигнал – это последовательность чисел, характеризующих величину сигнала в дискретные моменты времени.

Δt – период дискретизации;

$1/\Delta t$ – частота дискретизации;

ΔU – величина квантования – минимальный перепад аналогового сигнала, различающийся при оцифровке сигнала.

Между аналоговыми и цифровыми формами сигнала возможны взаимобратимые преобразования, в основе которых лежит импульсно-кодовая модуляция. Преобразование из аналоговой формы в цифровую осуществляется АЦП, которое в каждый момент дискретизации сравнивает измеренную величину аналогового сигнала с эталонной шкалой цифровых значений сигнала, и присваивает этой величине наиболее близкое дискретное значение. Точность преобразования зависит от количества значений в эталонной шкале. При преобразовании из цифровой в аналоговую форму используется ЦАП, который по цифровым значениям в каждый момент дискретизации при заданной частоте дискретизации восстанавливает исходную форму аналогового сигнала. Причем по теории Котельникова желательно, чтобы частота дискретизации была в 2 раза больше наиболее высокочастотных спектральных составляющих исходного сигнала.

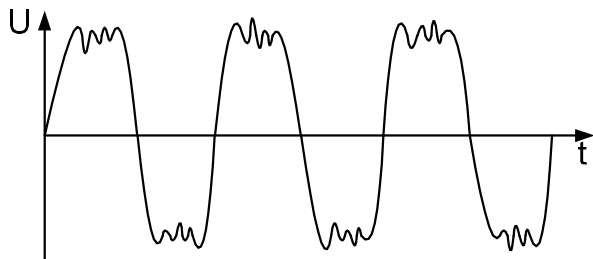
Недостатки аналоговых сигналов: при передаче и записи аналоговых сигналов из-за ограниченных характеристик аппаратуры происходит его неизбежное искажение из-за недостатков аппаратуры.

Наибольшее искажение сигнала получается при повторной перезаписи аналогового сигнала. При нескольких перезаписях сигнал практически теряется.

От этих недостатков свободна цифровая форма представления сигнала, потому что для хранения сигналов звука и изображения в средствах мультимедиа {аудио и видеосигналов} используется цифровой способ.

Структура звукового сигнала

Для звукового сигнала частотный спектр лежит в диапазоне 20 Гц – 20 кГц. Диаграмма звукового сигнала



Исходя из этого, для передачи звука требуется частота дискретизации 44 кГц (40 кГц), обеспечивающая высокое качество восстановленного сигнала. Кроме того, используются следующие частоты дискретизации: 22 кГц – среднее качество; 11 кГц – для сигналов в телефонных линиях, где максимальная частота аналогового сигнала 3,6 кГц.

При преобразовании звуков в качестве эталонных шкал квантования используется шкала с 256 отсчетами при низком качестве, $64 \cdot 1024$ – при высоком качестве сигнала. Соответственно выпускаются 8 и 16-разрядный адаптер.

Структура телевизионного сигнала

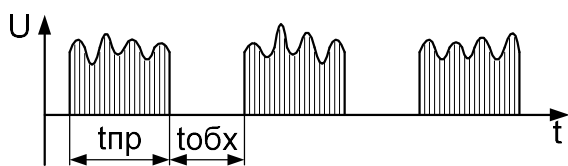
Среднее время индикации одной точки в телевизионном растре соответствует 200 нс, при этом ширина спектра составляет 5 МГц.

Мелкие детали имеют высокую частоту.

Телевизионная система PAL воспроизводит на экране 575 строк примерно по 400 точек в строке. Развертка чересстрочная. Частота полукадров 25 Гц по 289 строк в полукадре.

Время индикации одной строчки примерно 200 нс, что соответствует ширине спектра 5 МГц. Реальный спектр телевизионного сигнала имеет ширину ~ 6 МГц (т.к. передается еще сигнал цветности).

При преобразовании сигнала в цифровую форму производится дискретизация аналогового сигнала во времени с частотой, обеспечивающей передачу всего спектра исходного аналогового сигнала.



При преобразовании черно-белого сигнала используется шкала квантования из 256 уровней. Цветное изображение в режиме true color представляется 3-мя последовательностями сигналов R,G,B, каждый из которых квантуется шкалой из 256 значений. Общая цветовая гамма составляет более 16 млн. оттенков. Общий объем цифровой информации 3×8 разрядов.

При записи видеосигнала широко применяются методы сжатия информации для уменьшения емкости требуемой памяти. При записи на цифровой носитель производится сжатие видеосигнала. Различают 2 группы методов сжатия информации:

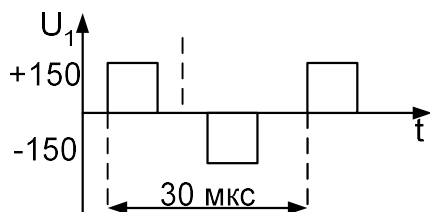
- 1) сжатие без потери информации, при этом допустимо сжатие по объему до 20 раз; в этом случае при восстановлении полностью достигается исходное состояние сигнала
- 2) сжатие с частичной потерей информации; теряются исходные несущественные для зрения детали. Допускается сжатие до 200 раз (сжатие по стандартам MPEG – Motion Picture Expert Group).

Блок питания персонального компьютера

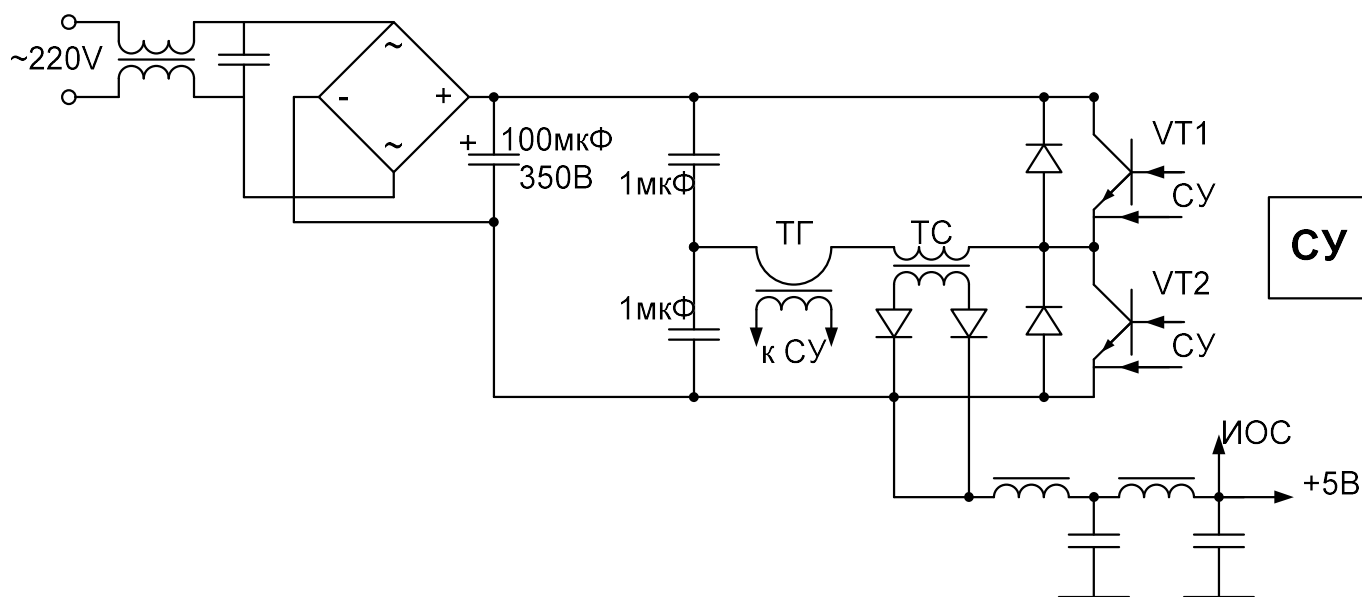
Блок питания предназначен для преобразования переменного сетевого напряжения в выходные постоянные напряжения $\pm 5\text{В}$, $\pm 12\text{В}$, и 3В , обеспечивающие работу всех узлов и блоков компьютера. для питания центрального процессора. Выходное напряжение должно поддерживаться с точностью до $0,1\%$ при изменении в широких пределах входного напряжения, температуры и тока нагрузки. Мощность блока питания примерно $200\text{--}250\text{ Вт}$.

Основной функцией источника питания является обеспечение стабильных заданных напряжений при изменении в широких пределах входного напряжения, выходных токов нагрузки и температуры окружающей среды. Входное напряжение может меняться от $180\text{--}264\text{В}$. Температурный дрейф выходного напряжения не более $0,02\%$ на 1°C . Ток нагрузки по каналу 5В 20А . Точность поддержания выходного напряжения $0,1\%$. Блок питания должен вырабатывать напряжение $+3,3\text{В}$ для питания процессора, $\pm 5\text{В}$, $\pm 12\text{В}$ и сигнал о наличии напряжения питания. Выходная мощность $150\text{--}200\text{ Вт}$.

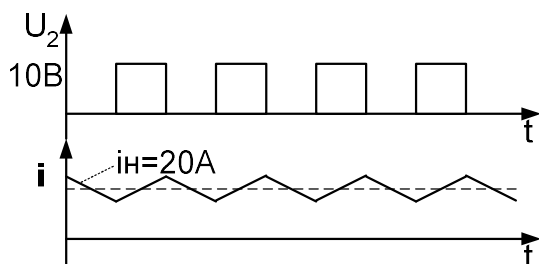
Структурная схема блока питания: предохранитель, мостовой выпрямитель, импульсный полумостовой преобразователь.



Основные функциональные узлы БП.



1. Входной помехоподавляющий фильтр
2. Двухполупериодный выпрямитель
3. Высоковольтный электрический конденсатор (100 мкФ)
4. Ключевой преобразователь (КП) с 2-мя конденсаторами. Преобразует постоянное напряжение на входе в переменное с частотой 30 Гц , которое подается на трансформатор $ТС$. Во вторичную цепь включены диоды
5. СУ- схема управления. Отслеживает высокое напряжение, поддерживает его постоянным и управляет широтно импульсной модуляцией. Питается от автономного БП



СУ – схема управления выполнена на специализированной микросхеме. Выполняет следующие функции:

- Поддержание постоянным выходного напряжения +5В с помощью системы широтно-импульсной модуляции (ШИМ)
- Обеспечение защиты от короткого замыкания на выходе и ограничение максимального тока через силовые транзисторы {перенапряжения по выходу}

Эти 2 функции выполняются с помощью токового трансформатора, первичная обмотка которого состоит из одного витка, и выходное напряжение пропорционально току первичной обмотки.

- {Ограничивает максимальный ток через силовые транзисторы VT1, VT2 преобразователя}
- Обеспечивает режим мягкого пуска блока питания для постепенного заряда выходных конденсаторов.

С выходов микросхемы управления сигналы управления силовыми транзисторами через промежуточные усилительные каскады поступают на базы силовых транзисторов.

Кроме напряжения питания блок питания вырабатывает сигнал о наличии разрешенных напряжений на выходе (PG).

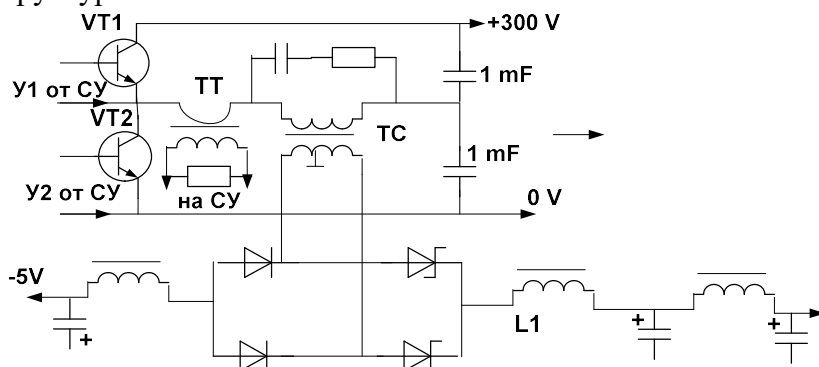
Современные блоки питания выполняются в стандарте АТХ. Блок имеет {дополнительный} выходное напряжение +3,3 В для питания центрального процессора и дежурный источник питания +5 В, 10 мА, который включается при подаче сетевого напряжения на блок питания.

В интерфейс блока питания введен сигнал управления PS-ON, позволяющий включать и выключать силовые напряжения питания, что позволяет осуществлять программное управление включения и выключения блока питания.

Расширенная спецификация стандарта АТХ позволяет управлять скоростью вращения вентилятора охлаждения компьютера в зависимости от температуры ЦП с помощью программного обеспечения центрального процессора, что обеспечивает возможность контроля температуры воздуха внутри компьютера. БП конструктивно выполняется в отдельном корпусе. Охлаждение осуществляется специальным вентилятором, работающим от выходного напряжения +12 В.

С выходов микросхемы сигнал управления через промежуточный усилительный каскад и гальваническую развязку поступают на вход КП.

Структурная схема КП

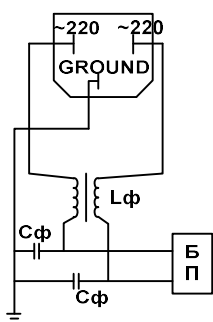


L1 – дроссель

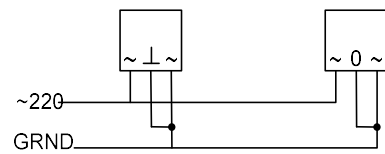
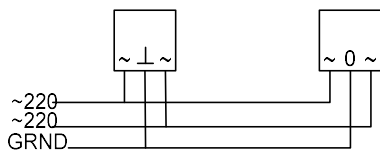
ТГ – токовый генератор

Электроснабжение и безопасность компьютера

Элементы индуктивности Lф и конденсаторы Сф предназначены для шунтирования высокочастотных помех питающей сети на контур заземления через провод защитного заземления и 3-х полюсную розетку. Блок питания подключается к розетке следующим образом.



При одновременном включении 2-х аппаратов схема включения должна выглядеть следующим образом



При отсутствии контура заземления разрешено защитное заземление (2 способ), т.е. соединение корпуса устройств с нулевым проводом сети. Но такой вариант хуже предыдущего, т.к. нужно соблюдать полярность вилки питания, и возможны сбои в работе интерфейса из-за протекания силовых токов по проводу защитного заземления. Если не соединять 3й вывод силовой розетки, то на корпусе компьютера будет переменное напряжение величиной 110 В, проходящее через конденсаторы C_f . Величина тока, проходящего по цепи, ограничена, порядка 7мА, что может вызвать поражение человека электрическим током и выход из строя микросхем интерфейса.

Источники бесперебойного питания

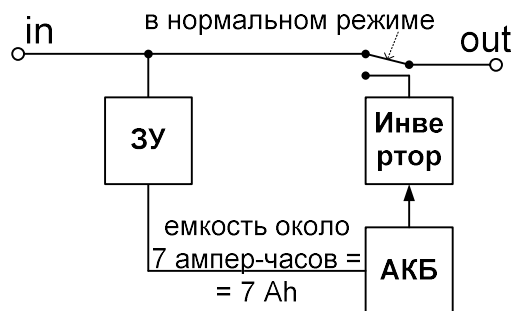
{Сетевое напряжение характеризуется значительными кратковременными выбросами напряжения от коммутационных процессов, работы мощных устройств, грозовых разрядов и т.д. Иногда происходит внезапное пропадание напряжения в сети на определенное время. Чтобы избежать сбоя в работе компьютера применяются источники бесперебойного питания UPS.}

Напряжение в сети 220 В характеризуется кратковременными выбросами напряжений значительной амплитуды от коммутационных процессов, работы мощных устройств, грозовых разрядов. Также из-за этого происходит внезапное пропадание напряжения в сети на определенное время. Чтобы избежать сбоев в работе ВС, для питания используется ИБП (UPS).

В их состав входит аккумуляторная батарея (АКБ), выпрямитель входного напряжения, инвертор, обеспечивающий питание нагрузки переменным током 220 В 50 Гц.

Существует две разновидности источников UPS:

1) OFF-Line



ЗУ – зарядное устройство

АКБ – аккумуляторная батарея

Когда напряжение на входе сетевое напряжение в норме, переключатель находится в верхнем положении, происходит питание блока питания от сети и зарядка АКБ. При пропадании напряжения сети на несколько миллисекунд или выходе его за верхний предел, включается инвертор и переключатель переключается в нижнее положение и питание компьютера осуществляется через инвертор от АКБ. Сеть при этом отключается. Время перехода несколько миллисекунд.

При восстановлении напряжения сети питание снова восстанавливается на прямую от сети, инвертор выключается, переключается в верхнее положение, и производится дозарядка АКБ. Время работы UPS от аккумулятора: примерно 5 минут при полностью заряженной АКБ и выходной мощности примерно 200 Вт, что позволяет осуществлять безопасное выключение компьютера.

2) ON-Line



В нормальном режиме работает выпрямитель и инвертор. При выходе из строя выпрямитель выключается и инвертор питания от АКБ.

Обходной переключатель включается, когда выходит из строя элемент, или кончился заряд батареи.

Блок питания UPS ON-Line обладает лучшими характеристиками, обеспечивает высокую стабильность выходного напряжения, отсутствие переходных процессов при пропадании сетевого напряжения и переходе на питание от АКБ. Также некоторые модели UPS ON-Line могут обеспечивать гальваническую развязку входа и выхода.

Современные источники бесперебойного питания имеют информационную связь с компьютером и передают системную информацию о состоянии напряжения питания, температурном режиме UPS, степени заряда АКБ. Обходной переключатель включается при выходе из строя источника UPS или АКБ. Существует специальное программное обеспечение, позволяющее управлять работой блоков UPS и сетями UPS.

Интерфейс вычислительной системы

Стандартным интерфейсом называется совокупность унифицированных аппаратных, программных и конструктивных средств, необходимых для реализации взаимодействия различных функциональных узлов в вычислительных системах. Функции интерфейса заключаются в обеспечении информационной, электрической и конструктивной совместимости между узлами системы.

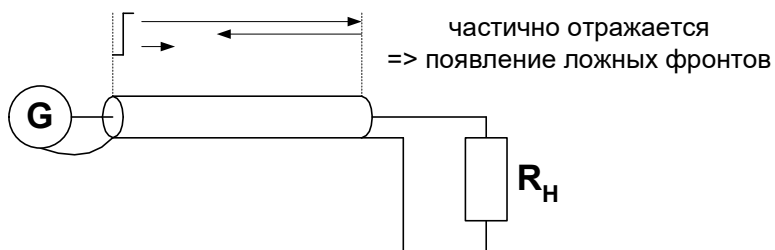
1) Информационная совместимость определяет структуру и состав набора шин, набор процедур по реализации взаимодействия и последовательности их выполнения для различных режимов взаимодействия, способ кодирования и форматы данных, команд, адресной информации и информации состояния, временные соотношения между управляющими сигналами. Для большинства интерфейсов перечисленные параметры стандартизируются.

2) Электрическая совместимость определяет тип приемо-передающих элементов, значения электрических параметров сигнала, уровни «1» и «0» и пределы их изменения, значения допустимой, емкостной и резистивной нагрузки интерфейса, схему согласования линий, длину линий, требования к помехоустойчивости и экранированию. Условия электрической совместимости определяют следующие характеристики интерфейса: скорость обмена данными, расстояние между устройствами, предельно допустимое число подключаемых к интерфейсу устройств.

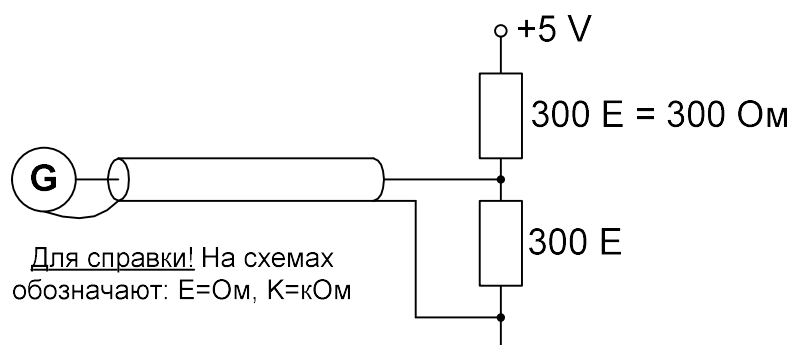
3) Конструктивная совместимость – согласованность конструктивных элементов интерфейса, размеров, разъемов, распайка линий связи на разъемы, размеров стоек и плат.

Согласование линий

линия имеет волновое сопротивление
 $Z=50(\text{коаксиал})-200 \text{ Ом}$ (простая - 2 проводника)



Поэтому в длинных линиях делают согласование



Принципы организации интерфейса

Составными элементами связи интерфейса являются отдельные электрические цепи или провода, называемые линиями интерфейса. Часть линий, организованная по функциональному назначению называется шиной, а совокупность шин – магистралью. В интерфейсе можно выделить 2 основных магистрали:

- Информационная магистраль
- Магистраль управления информационным каналом

По информационной магистрали передаются коды данных, адресов команд, состояний устройств по соответствующим шинам. Иногда они передаются {физически} по одним и тем же линиям в режиме разделения времени.

Магистраль управления по назначению делится на ряд шин:

1. шина управления обменом в режиме чтения или записи
2. шина передачи управления
3. шина прерывания
4. шина специальных управляющих сигналов

• Шина управления обменом включает в себя линии синхронизации передачи информации и в зависимости от принятого принципа обмена (синхронный или асинхронный) число линий составляет от 1 до 3. Асинхронная передача происходит при условии подтверждения приемником готовности и завершается сигналом подтверждения приемника о приеме данных. При синхронной передаче темп вывода и приема данных {информации} задается регулирующей последовательностью сигналов.

• Шина передачи управления выполняет операцию приоритетного захвата магистрали {информационного канала} при наличии нескольких устройств, производит обмен. {Наличие этой шины определяется тем, что} Большинство интерфейсов выполняется по принципу ведущий/ведомый, при котором ведущее устройство может брать управление шиной на себя в определенные моменты времени. При наличии в системе нескольких устройств, способных выполнять функции ведущего возникает проблема приоритетного распределения шины {информационного канала} или арбитраж. Для реализации шины используется 3-5 линий.

• Шина прерываний. Основная функция – идентификация устройства, запрашивающего сеанс обмена информацией {, которая состоит в определении} с центральным процессором {устройства, запрашивающего обмен}. При этом ЦП определяет, какое ПУ запрашивает обмен, и выполняет соответствующую подпрограмму обмена. В качестве информации об устройстве используется {адрес устройства или адрес программы обслуживания устройства} вектор прерывания.

• Шина специальных управляющих сигналов включает в себя линии, предназначенные для обеспечения работоспособности системы и повышения надежности {обмена информацией}. К ним относятся линии питания, линии контроля источника питания, тактирующие импульсы, сигналы общего и селекторного сброса, {сигналы} контроля передаваемой информации, заземления и ряд других.

Классификация интерфейса

Интерфейс в вычислительной технике осуществляет связь между различными уровнями иерархии физической структуры вычислительных средств, поэтому требования, предъявляемые к организации обмена, существенно различаются. Для персональных ЭВМ можно выделить внутренние интерфейсы, которые соединяют контроллеры периферийных устройств с центральным процессором и оперативной памятью. К ним относятся интерфейсы ISA, EISA, PCI и ряд других. Они характеризуются большой скоростью обмена и большим объемом передаваемой информации.

Другую группу интерфейсов составляет малые внешние интерфейсы, обеспечивающие соединение периферийных устройств с контроллерами ПУ. К ним относятся параллельные интерфейсы Centronix и др. из стандарта IEEE1284, последовательные интерфейсы типа RS-232 и др., интерфейсы клавиатуры и мыши, интерфейсы гибких магнитных дисков, интерфейсы винчестера IDE и SCSI, интерфейсы мониторов PGA, SVGA, EVC, последовательный интерфейс ИРПС, RS-232 {, интерфейс цифровых музыкальных инструментов MIDI, интерфейс управления джойстиком GAME} и других вспомогательных устройств

К внешним интерфейсам относятся локальные сети общего назначения 1394 – FireWire, USB, {ACCES BUS,} I²C, {D²B,} JTAG, RS-485.

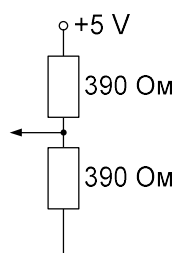
Для соединения компьютеров в сети применяются интерфейсы типа Ethernet, большая группа модемных интерфейсов, осуществляющих связь по телефонным линиям, оптическим линиям, и радиоканалом.

Интерфейс ISA

Используется в системе IBM для подключения контроллера к материнской плате. Отображает 16-разрядные регистры контроллеров периферийных устройств в адресное пространство оперативной памяти и портов в/в.

Содержит следующие линии:

- D0-D7 – младшие разряды шины данных
- A0-A19 – шина адреса (20-разрядная)
- IOR – чтение периферийных устройств
- IOW – запись периферийных устройств
- MEMR – чтение памяти
- MEMW – запись памяти
- SYS CLK – системная синхронизация тактовых импульсов с частотой 14 МГц (14MHZ)
- 14MHZ
- T/C – окончание счета байтов для режимов ПДП
- AEN – управление шиной контроллера ПДП
- RESET DRV – сброс системы
- REFRESH – запуск цикла регенерации динамической памяти
- DACK1-DACK3 – подтверждение запросов на ПДП
- BALE – защелкивание адреса
- 0WS – нулевое состояние ожидания
- D8-D15 – старшие разряды шины данных
- LA20-LA23 – расширение адреса
- DACK5-DACK7 – подтверждение запросов на ПДП
- LA17-LA19 – расширение старших разрядов адреса
- I/O CHCK – ошибка канала в/в
- I/O CHRDY – готовность канала в/в
- IRQ0-IRQ15 – запросы на прерывание
- +12 V
- -12 V
- GND
- -5 V
- +5 V
- MASTER – режим ПДП (прямого доступа к памяти)
- MEMCS16 – 2-х байтный режим работы с памятью
- IOCS16 – 2-х байтный режим работы с периферийным устройством
- DRQ0-DRQ7 – линии запроса прямого доступа к памяти от периферийных устройств

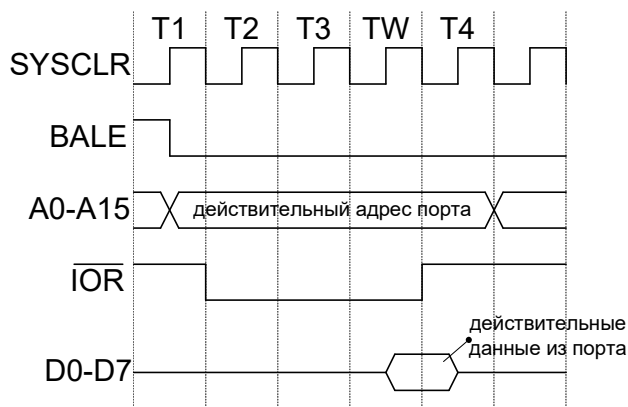


Для интерфейса применяется схема согласования интерфейса

Цикл считывания из порта ввода-вывода интерфейса ISA

Центральный процессор обращается к периферийным устройствам через порты в/в с помощью специальных команд ввода (in) и вывода (out) в порты ПУ. Максимально возможное число адресуемых портов 1024. 2 старших разряда (8 и 9) адреса используются для указания нахождения порта на системной шине или на платах расширения.

Цикл считывания инициируется, когда центральному процессору требуется выполнить команду считывания из порта в/в. Цикл идентичен циклу считывания из оперативной памяти. Он служит для получения данных из определенного устройства, адрес которого в адресном пространстве портов в/в выставляется центральным процессором. Цикл занимает 5 тактов системной синхронизации. Общая продолжительность порядка 1мкс.



SYSCLR – сигнал системной синхронизации

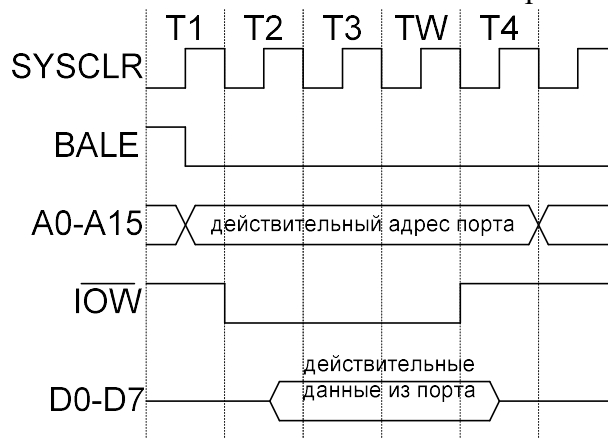
BALE – сигнал защелкивания адреса

\overline{IOR} – сигнал чтения из порта

В такте T1 активизируется сигнал BALE, указывая на то, что биты адреса с 0 по 15 содержат разрешенный адрес порта в/в. В такте T2 активизируется сигнал \overline{IOR} , сообщая, что циклом шины является цикл считывания из порта в/в и что адресуемый порт в/в должен передать имеющуюся информацию на шину данных. В начале T4 центральный процессор принимает данные с шины данных, и сигнал \overline{IOR} становится пассивным. После T3 центральный процессор добавляет такт ожидания TW для обеспечения времени периферийным устройствам для подготовки данных. Адрес порта и сигнал \overline{IOR} дешифрируются в контроллере периферийных устройств, определяя обращение к нему. Сигнал IOCHRDY используется для увеличения времени такта ожидания TW по низкому уровню сигнала, устанавливаемому периферийным устройством.

Цикл записи в порт ввода-вывода интерфейса ISA

Цикл записи в порт организуется, когда ЦП должен выполнять команду записи в порт из адресного пространства портов в/в. Цикл состоит из 5 тактов системной синхронизации.



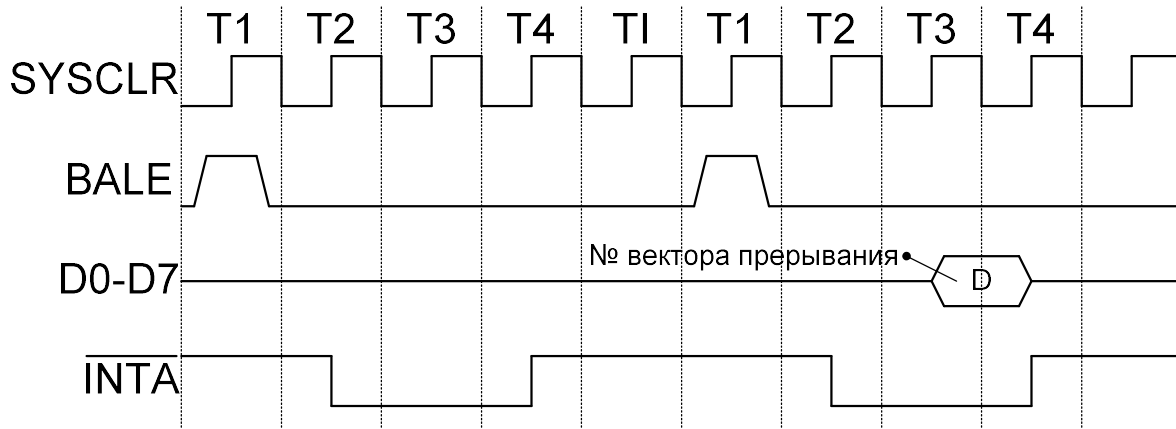
BALE активизируется в такте T1, сообщая, что адресная шина содержит разрешенный адрес порта в/в. В такте T2 активизируется сигнал \overline{IOW} , указывая, что циклом шины является цикл записи в порт в/в и что порт с выбранным адресом должен принять данные с шины данных. Сразу по окончании такта T2 ЦП передает данные по шине данных в адресованный порт и добавляет цикл ожидания TW. Цикл завершается тактом T4.

Для увеличения времени цикла ожидания используется сигнал I/O CHRDY, низкий уровень которого устанавливается периферийным устройством.

Цикл обмена по прерыванию интерфейса ISA

При работе по прерываниям периферийное устройство само запрашивает обслуживание со стороны центрального процессора. На это время работа основной программы прерывается и выполняется подпрограмма обслуживания устройства. Запросы от периферийных устройств на прерывание поступают на входы IRQ0-15 контроллера прерываний. Определив старший по уровню приоритета, контроллер прерываний активизирует сигнал INTR запрос на прерывание, который поступает на ЦП. {Запросы прерывания имеют фиксированный уровень приоритетов после инициализации контроллера (IRQ0 – наивысший приоритет)}.

Существует возможность их программного переопределения. Определив старший запрос по уровню приоритета контроллер активизирует сигнал INTR – запрос прерываний, который поступает на центральный процессор.} После этого процессор переходит в состояние подтверждения прерывания. При этом контроллер прерывания получает сигнал подтверждения INTA.



Процесс повторяется в 2х смежных циклах шины (на временной диаграмме). После первого сигнала INTA игнорируются все последующие запросы на прерывание и ставятся в очередь.

По завершению 2-го сигнала \sim INTA код прерывания поступает на линии D0-D7 шины данных центрального процессора из контроллера прерываний. Центральный процессор предварительно заносит в стек все параметры основной программы, определяет адрес перехода по номеру вектора и выполняет по этому адресу подпрограмму обработки поступившего прерывания.

После окончания обслуживания периферийного устройства центральный процессор восстанавливает из стека параметры основной программы и продолжает работу с ней.

Циклы обмена в режиме прямого доступа к памяти интерфейса ISA

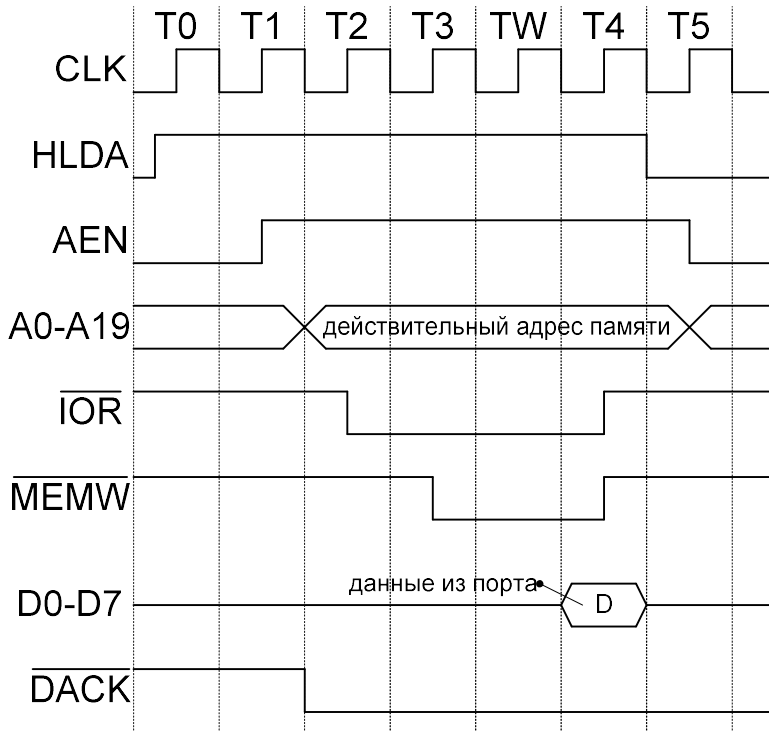
Обмен ПДП (прямой доступ к памяти) инициализируется по запросу на линии DRQ интерфейса и заключается в прямом обмене данными между периферийным устройством и ОП системы. Во время обмена в режиме ПДП управление системной шиной осуществляет контроллер ПДП. Это специализированная БИС на материнской плате.

Цикл обмена ПДП инициализируется по запросу контроллера периферийного устройства. Активизации цикла ПДП предшествует целая серия действий по программированию всех средств соответствующего канала ПДП со стороны центрального процессора. Контроллер ПДП обеспечивает передачу данных по нескольким каналам ПДП блоками до 64 Кбайт.

До начала операций по передаче данных необходимо инициализировать каналы ПДП. Для этого должны быть выполнены следующие условия: выбирается операция (чтение или запись в память), определяется тип передачи (одиночный или блоками), задается количество передаваемых байт {в блоке}, устанавливается приоритет каналов, задается начальный адрес в памяти, устанавливается разрешение сигнала DRQ по соответствующему каналу.

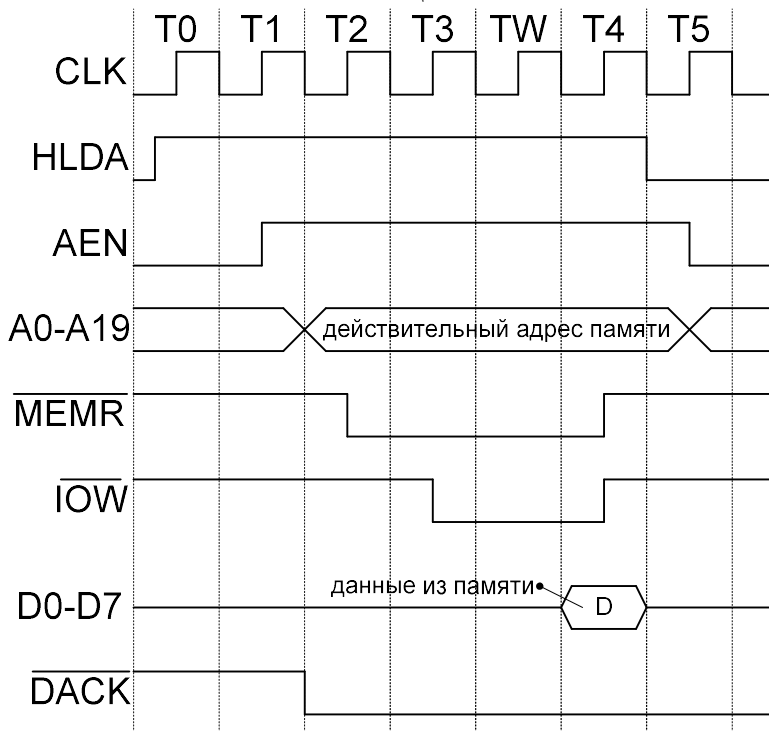
Инициализация осуществляется записью управляющего слова в порт в/в контроллера ПДП со стороны центрального процессора. Каждый цикл занимает 6 тактов, скорость передачи примерно 500 кбайт/сек.

Цикл записи в память в режиме ПДП



CLK - системная синхронизация
 HLDA - подтверждение режима ПДП со стороны ЦП
 AEN - управление шиной контроллером ПДП
 A0-A19 - действительный адрес ПМ, выставляется контроллером ПДП => ЦП в обмене не участвует
 $\overline{\text{IOR}}$ - чтение порта ввода-вывода
 $\overline{\text{MEMW}}$ - запись в ПМ
 D0-D7 - данные из порта ввода-вывода на шине данных
 $\overline{\text{DACK}}$ - подтверждение запроса ПДП

Цикл считывания из памяти в режиме ПДП



CLK - системная синхронизация
 HLDA - подтверждение режима ПДП со стороны ЦП
 AEN - управление шиной контроллером ПДП
 A0-A19 - действительный адрес ПМ, выставляется контроллером ПДП => ЦП в обмене не участвует
 $\overline{\text{IOW}}$ - данные записываются этим сигналом
 $\overline{\text{MEMR}}$ - данные считываются из ПМ
 D0-D7 - данные из порта ввода-вывода на шине данных
 $\overline{\text{DACK}}$ - подтверждение запроса ПДП

Цикл обмена в режиме ПДП проходит следующим образом:

- 1) Периферийное устройство выставляет запрос в контроллер ПДП на передачу данных по соответствующему каналу ПДП. Этот запрос поступает на одну из линий DRQ контроллера ПДП.
- 2) Контроллер ПДП устанавливает приоритеты каналов ПДП, а затем посылает сигнал запроса на захват системной шины.
- 3) Со стороны центрального процессора на контроллер ПДП поступает сигнал HDLA – разрешение на захват системной шины. С помощью AEN управление системной шиной передается на контроллер ПДП и центральный процессор отключается от системной шины.
- 4) Контроллер ПДП принимает управление системной шиной, активизируя сигналы $\sim\text{IOR}$, $\sim\text{MEMW}$ или $\sim\text{IOW}$, $\sim\text{MEMR}$ и выставляя требуемые адреса на шину адреса. Адреса находятся в адресных регистрах контроллера ПДП. После передачи каждого байта адрес автоматически уменьшается.

или увеличивается в зависимости от заданного при программировании ПДП условия. Одновременно уменьшается значение счетчика переданных байт, в котором была записана информация о количестве байт в блоке. Через 72 цикла обмена контроллер ПДП проводит цикл регенерации динамической системной {оперативной} памяти. Когда счетчик передаваемых байт обнуляется, формируется сигнал ТС системной шины, информирующий периферийное устройство об окончании передачи по соответствующему каналу ПДП.

- 5) Контроллер ПДП снимает сигнал запроса, а центральный процессор снимает сигнал HLDA и принимает управление системной шиной на себя.

Для программирования контроллера ПДП используется 16 портов в/в.

Спецификация Plug and Play для шины ISA

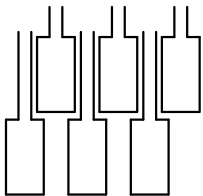
Для ISA была разработана аппаратно-программная спецификация автоматического конфигурирования Plug and Play (PnP). Для автоматического конфигурирования необходимо обеспечить единый метод двустороннего обмена конфигурационной информацией между контроллером периферийного устройства и конфигурационным программным обеспечением. Для этого были расширены функции BIOS. Появилась спецификация PnP BIOS. Полная поддержка автоматического конфигурирования контроллеров ISA требует наличия PnP BIOS на системной плате, а также операционной системы с поддержкой PnP или же специализированного программного обеспечения.

Конфигурирование в системе PnP состоит из следующих шагов:

- 1) производится изоляция одного контроллера от всех остальных
 - 2) карте назначается номер CSN (CardSelectNumber)
 - 3) с контроллера считываются данные о конфигурированных и поддерживаемых ресурсах;
- Эти шаги повторяются для всех контроллеров. После чего выполняются завершающие шаги.
- 4) производится распределение, арбитраж системных ресурсов, выделяемых каждой плате или контроллеру
 - 5) каждый контроллер конфигурируется согласно выбранному распределению ресурсов и активизируется, т.е. переводится в рабочий режим.

Все шаги конфигурирования выполняет процедура POST (процедура загрузки при включении питания).

Интерфейс EISA



EISA является стандартным расширением ISA до 32 бит адреса и данных. Конструктивно разъем EISA отличается двухэтажным расположением контактов (поэтому розетка тоже отличается двухэтажным расположением контактных площадок). Также в интерфейсе EISA введен ряд дополнительных сигналов управления, обеспечивающих возможность применения более эффективных режимов передачи данных. Обеспечивается возможность применение более эффективных режимов передачи. В обычном режиме 32 бита данных/адреса передаются за 2 такта синхронизации – в первом данные, во втором – адреса. В пакетном режиме Burst Mode передача пакетов данных осуществляется без указания текущего адреса внутри пакета. Адрес передается в начале пакета, затем Данные в каждом такте. Адрес автоматически увеличивается. Длина пакета до 1 кбайта.

В режиме ПДП (DMA) Скорость обмена может быть до 33 Мбайт/сек. Мощность потребления платы расширения до 45 Вт. Шина EISA позволяет работать в режиме ISA и в новых режимах EISA.

EISA требует наличия на системной плате энергонезависимой памяти конфигурации NVRAM, в которой хранится информация об устройствах EISA для каждого слота или разъема на системной плате.

Шина EISA более дорогая, чем ISA. Применяется в многозадачных системах и файл-серверах.

Локальная шина VLB

Для обеспечения повышения пропускной способности, например при работе графического видеоадаптера {приложений}, быстродействие шин ISA и EISA недостаточно. Поэтому была разработана шина VLB, стандартизированная локальная шина, практически представляемая собой сигналы системной шины i486 процессора, выведенные на дополнительные разъемы системной платы. Для ЦП типа Pentium разрядность шины увеличена до 64-х. Тактовая частота шины 66 МГц. Пропускная способность 132 Мбайта/сек в пакетном режиме, 66 Мбайта/сек в обычном. Имеют низкую нагрузочную способность – на системной плате может быть не более 3х слотов VLB. Шина VLB используется для подключения графических адаптеров и контроллеров накопителей на ЖМД.

Устарел.

Шина PCMCIA

Используется для блокнотных компьютеров Note Book и laptop'ов. Позволяет подключить расширение памяти, модем, контроллер накопителя на магнитных дисках, SCSI адаптер, сетевой адаптер и другое оборудование.

Разрядность данных 16 бит. Максимальная тактовая частота до 33 МГц, не поддерживает режим ПДП (DMA). Шина ориентирована на программное конфигурирование адаптеров, поддерживает режим PnP, горячее подключение/отключение плат адаптеров без выключения питания ПК, т.к. на физическое переключение не хватает места.

Поддерживает Plug&Play, горячее отключение и подключение плат адаптеров (без выключения питания компьютера). Типовые стандартные размеры адаптера стандарта PCMCIA 54*85*3 мм и 48*75*5 мм. Адаптеры PCMCIA имеют минимальное энергопотребление.

Интерфейс PCI

Peripheral component interconnected – интерфейс соединения периферийных компонентов. Является основной шиной расширения современных компьютеров.

Шина соединения периферийных компонентов. Рассчитана на процессор Pentium. Сейчас PCI является стандартизированной высокопроизводительной и надежной шиной расширения. Первая версия PCI 1.0 появилась в 1992 г. В 1993 г. была введена спецификация 2.0, в 1995 – версия 2.1 с частотой 66 МГц и в 1998 – версия 2.2. Шина PCI соединяется с системной шиной процессора высокопроизводительным мостом, входящим в состав чипсета. Шина является синхронной. Фиксация всех сигналов выполняется по положительному фронту сигнала синхронизации CLK. Номинальная частота синхронизации 33 МГц. При необходимости частота может быть понижена. С версии 2.1 допускается повышение частоты до 66 МГц при согласии всех устройств на шине.

Номинальная разрядность шины данных 32 бита. Спецификация расширения определяет разрядность до 64 бит. При частоте шины 33 МГц теоретическая пропускная способность достигает 132 Мбайта/с для 32-хбитной шины и 264 Мбайта/с для 64-хбитной. При частоте синхронизации 66 МГц – 264 и 128 Мбайт/с соответственно. Но эти пиковые значения достигаются лишь во время передачи пакета. Средняя пропускная способность шины будет ниже.

С устройствами PCI процессор может взаимодействовать командами обращения к памяти и к портам ввода-вывода, адресованным к областям, выделенным данному устройству при конфигурировании. Устройства могут вырабатывать запросы маскируемых прерываний. Также возможен обмен по ПДП (DMA) с другими устройствами. Одно и то же функциональное устройство может быть сконфигурировано по-разному, отображая свои регистры либо на пространство памяти, либо на пространство ввода-вывода. Драйвер может определить текущую настройку, прочитать содержимое регистра базового адреса устройства. Также драйвер определяет номер запроса прерывания, который используется устройством.

Для шины PCI принята иерархия понятий, идентифицирующих конкретное устройство. Эта иерархия требуется на этапе конфигурирования, когда производится опрос присутствующих устройств и их потребностях в ресурсах, т.е. пространство в памяти ввода-вывода и запросов прерывания. В дальнейшей регулярной работе устройства будут отзываться на обращения по назначенным им адресам, доведенным до сведения связанным с ним модулем программного обеспечения.

Устройством PCI называется устройство или карта расширения, использующая для идентификации выделенную ей линию IDSEL. Устройство может быть многофункциональным, т.е. содержать в себе до 8 функций. На одной шине PCI могут присутствовать несколько устройств, каждое из которых имеет свой номер устройства (Device Number). В системе могут присутствовать несколько шин PCI, каждая из которых имеет свой номер (PCI Bus Number).

В транзакции или обмене по шине участвуют 2 устройства: инициатор обмена Master и целевое ведомое устройство Slave. Все транзакции трактуются как пакетные.

Каждая транзакция начинается фазой адреса, за которой следуют 1 или несколько фаз данных. Для адресов и данных используются общие мультиплексированные шины.

Тактовая частота до 33 МГц. Пропускная способность 132 МБ/сек – 32 разряда, 264 МБ/сек – 64 разряда. Шина синхронная. Фиксация всех сигналов осуществляется по переднему фронту сигнала синхронизации.

Арбитражем запросов на используемые шины занимается специальный узел, входящий в состав чипсета системной платы.

Автоконфигурация устройств, подключаемых к шине, т.е. выбор адресов и запросов на прерывание, поддерживается средствами BIOS и ориентировано на технологию Plug & Play.

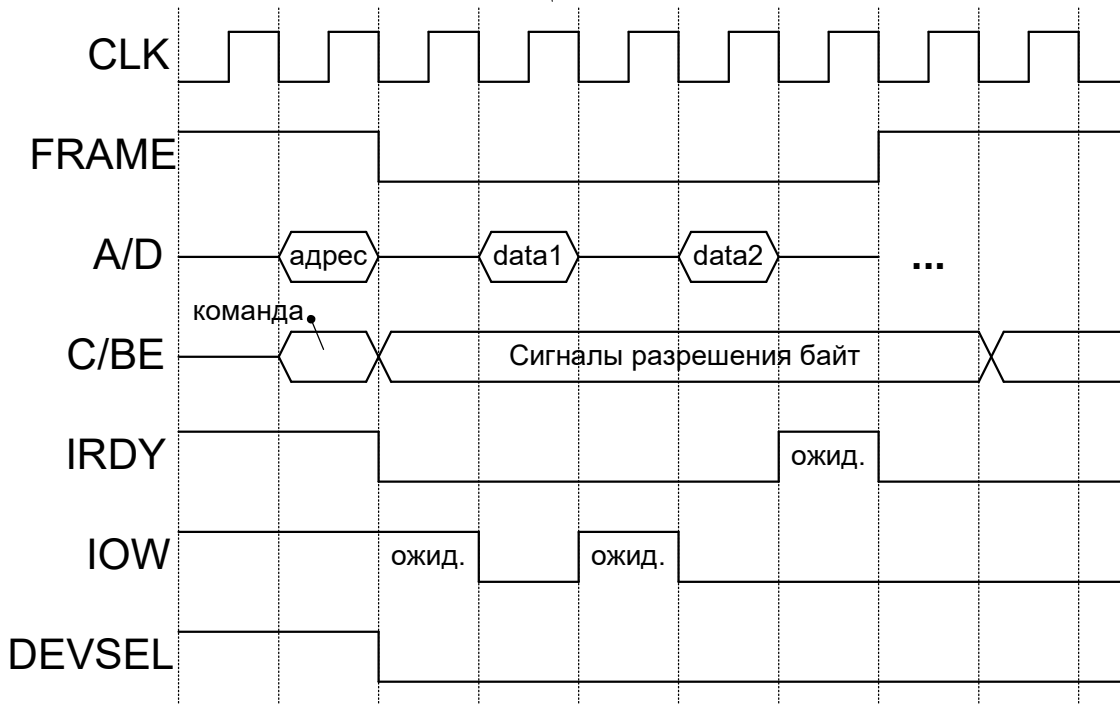
Шины PCI выполняют следующие основные команды: чтение порта в/в, запись в порт в/в, чтение памяти, запись в память, конфигурирование чтения и записи блоками по 256 байт, множественное чтение памяти большими блоками, чтение страницы памяти, 2-х адресный цикл и др.

PCI является перспективной разработкой. Шина может соединяться через специальные мосты, представляющие собой набор БИС с интерфейсом ISA и EISA. На ее основе разработаны интерфейсы для устройств промышленного назначения.

Сигналы шины PCI

- AD[31,0] – мультиплексированная шина адреса - данных
- C/BE[3,0] – шина команд
- FRAME – кадр: введением сигнала отмечается начало транзакции адреса. Снятие сигнала указывает на последний цикл передачи данных
- DEVSEL – устройство выбрано – ответ целевого устройства на адресованную ему транзакцию
- IRDY – готовность мастера к обмену данными
- TRDY – готовность целевого устройства к обмену данными
- STOP – запрос целевого устройства к мастеру на останов текущей транзакции
- LOCK – используется для установки обслуживания и освобождения захвата ресурсов PCI
- REQ – запрос от PCI мастера на захват шины
- GNT – предоставление мастеру управления шиной
- PAR – общий вид паритета для линий адреса, данных и команд
- PERR – сигнал об ошибке паритета
- PME – сигнал о событиях, вызывающих изменения режима потребления тока питания
- CLKRUN – шина работает на номинальной частоте синхронизации
- PRSNT[1,2] – индикаторы присутствия платы, кодирующие запрос потребляемой мощности
- RST – сброс (reset)
- IDSEL – выбор устройства в цикле конфигурационного считывания или записи
- SERR – системная ошибка
- REQ64 – запрос на 64-хбитный обмен
- ACK64 – подтверждение 64-хбитного обмена
- INTA,B,C,D – линии запросов прерывания; активный уровень – низкий
- CLK – тактовая частота шины. 20-33 МГц или 66 МГц для версии 2.1
- M66EN – разрешение частоты синхронизации 66 МГц
- CDONE – сигнал завершенности цикла слежения для текущей транзакции
- SB0 – используется абонентами шины с кэшируемой памятью
- TCK – }
- TDI – }
- TDO – } сигналы тестового интерфейса JTAG, с помощью которого проверяется исправность
- TMS – } устройств, подключенных к шине
- TRST – }

Цикл обмена по шине PCI



В каждый момент времени шиной может управлять только master, получивший на это право от арбитра. Арбитражем запросов на использование шины занимается специальный узел, входящий в чипсет системной платы.

Для адреса и данных используются общие мультиплексированные линии AD. 4 мультиплексированные линии C/BE обеспечивают кодирование команд в фазе адреса и разрешения байт в фазе данных. В начале транзакции активизируется сигнал FRAME – кадр. По шине AD передается целевой адрес, по линиям C/BE – информация о типе транзакции интерфейса PCI в команде. Адресованное целевое устройство отвечает сигналам DEVSEL. Master указывает на свою готовность к обмену сигналом IRDY. Когда к обмену данными будет готово и целевое устройство, оно установит сигнал TRDY. Данные по шине AD передаются только при одновременном наличии сигналов IRDY и TRDY (инверсных). С помощью этих сигналов master и целевое устройство согласуют скорости, вводя такты ожидания. Каждая транзакция по шине должна быть завершена планово или прекращена. При этом шина должна перейти в состояние покоя.

Сигналы FRAME и IRDY пассивные. Завершение транзакции выполняется либо по инициативе master'a, либо по инициативе самого устройства. Master может завершить транзакцию следующими способами:

- 1) нормальное завершение по окончанию обмена данными
- 2) завершение по таймауту – когда во время транзакции у master'a отбирают право на управление шиной при истечении времени, указанного в таймере. Это может случиться, если адресованное целевое устройство оказалось непредвиденно медленным
- 3) транзакция отвергается, когда в течение заданного времени master не получает ответа от устройства с сигналом DEVSEL

Транзакция может быть прекращена по инициативе целевого устройства сигналом STOP. Возможны 3 вида прекращения: повтор, отключение, отказ.

В каждой команде прекращения указывается адрес передаваемых в первой фазе данных пакета. Адрес для каждой последующей фазы пакета автоматически увеличивается на 4. Но порядок может быть иным.

Байты шины AD, несущие действительную информацию, выбираются сигналами C/BE фазами данных.

В шине PCI реализуют следующие команды:

- 1) команда подтверждения прерывания: служит для передачи вектора от контроллера прерываний
- 2) специальный цикл, предназначенный для генерации широкополосных сообщений, которые могут читать любые устройства шины
- 3) команды чтения-записи, ввода-вывода для обращения к пространству портов; для адресации портов на шине PCI доступны все 32 бита адреса
- 4) команды обращения к памяти: кроме обычного чтения и записи включает чтение строк кэш

памяти, множественное чтение нескольких строк и др.

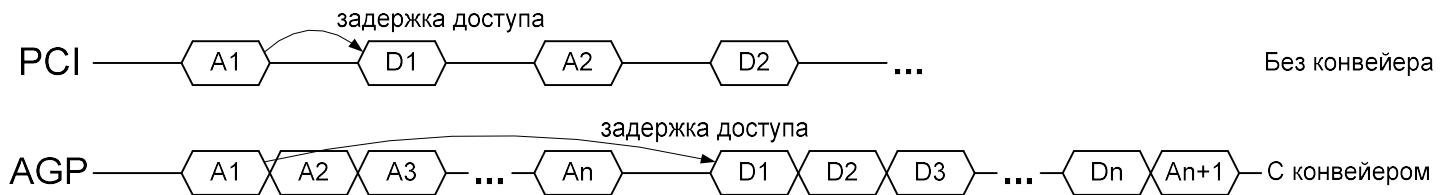
- 5) команды конфигурации чтения и записи: адресуются к конфигурационному пространству устройств
- 6) двухадресный цикл: позволяет по 32-хбитной шине обращаться к устройствам 64-хбитной адресации.

Для соединения шины PCI с другими шинами и между собой применяются специальные аппаратные средства – мосты PCI. Главный мост Host Bridge – для подключения к системной шине. Одноранговый мост Peer-to-Peer Bridge для соединения двух шин PCI.

Конструктивно разъем PCI аналогичен разъему ISA, но с большей плотностью контактов.

Интерфейс AGP

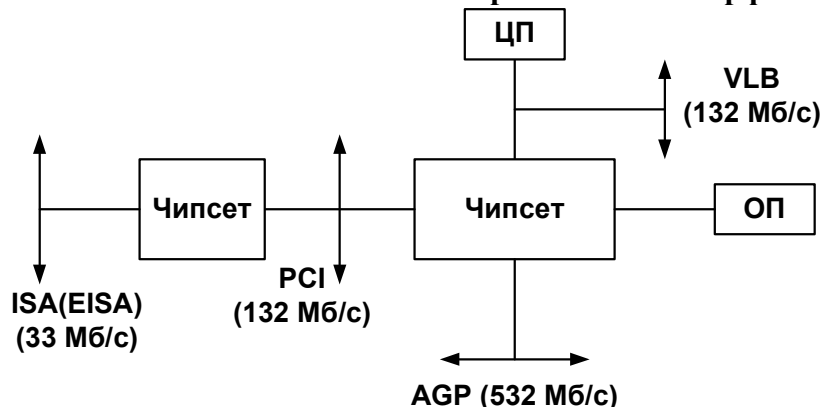
Accelerated Graphics Port – ускоренный графический порт. Разработан на базе PCI для подключения графических портов. Тактовая частота 66 МГц, данные 32-х разрядные. Применена конвейеризация обращений к памяти, демultipликация шин адреса и данных, двоянная передача данных.



Интерфейс AGP предусматривает возможность установки в очередь до 256 запросов и поддерживает 2 пары очередей для операции зп/чт памяти с высоким и низким приоритетом. Используется двоянная передача данных по фронту и спаду синхрои импульсов. Демultipлексирование адреса и данных выполняется следующим образом: шина адреса представляет собой 8 линий SBA, по которым за три такта синхронизации по ним передается 4 байта адреса, 1 байт команда и 1 байт длина запроса. За каждый такт синхронизации передается 2 байта: 1 по фронту, 2 по спаду.

Интерфейс AGP может реализовать всю пропускную способность системной шины процессора Pentium {64-х разрядной оперативной памяти системы Pentium}. AGP может работать в режиме PCI. Конструктивно внешний разъем интерфейса AGP аналогичен PCI, но используется 2-хэтажное расположение контактных площадок как у EISA.

Схема применения интерфейса в компьютере



Характеристики интерфейсов жестких дисков

Интерфейс IDE/ATA

IDE – Integrated Drive Electronics – название типа жестких дисков, имеющих интерфейс ATA.

ATA – AT Attachments.

Данные передаются параллельно – 16 разрядов. ATA не предназначен для внешних подключений. Длина кабеля не более 60 см. Один канал ATA может поддерживать до 2 дисков: первичный Master и вторичный Slave.

Обычно жесткий диск устанавливается как Master, а другое более медленное устройство типа CD-ROM как Slave. Одновременно IDE может обращаться только к одному устройству на канале. Материнские платы имеют 2 или 4 интегрированных канала IDE. Используются 3 стандарта интерфейса: ATA/33, ATA/66, ATA/100. Число показывает максимальную пропускную способность в Мб/с. ATA/33

имеет 40-контактный разъем, ATA/66 и ATA/100 – 80-контактный разъем. Для реализации этой пропускной способности IDE диски должны иметь кэш-память от 512 Кбайт до 4Мбайт.

Современная разработка – стандарт UltraATA-133 с пропускной способностью 133 Мбайт/с. Разрабатывается стандарт SerialATA 1,5 Гбит/с. Передача информации осуществляется по 2 линиям в последовательном виде с быстродействием 1,5 Гбита/с. При этом пропускная способность вдвое больше ATA/100 при значительно меньшем количестве контактов.

На одном канале SerialATA может быть только одно устройство. В контроллере может быть несколько каналов.

Преимущества современных интерфейсов АТА: достаточная производительность при низкой цене, совместимость с большинством существующего оборудования.

Недостатки: жесткое ограничение по длине кабеля и невозможность подключения внешних устройств.

Стандарт SerialATA будет поддерживать все накопители, включая винчестеры, лазерные диски стандартов CD и DVD, гибкие диски и другие подобные устройства при подключении их к системным платам. Интерфейс также предназначен для подключения внутренних устройств, максимальная длина кабеля 1 метр. Кабель состоит из 7 линий: 2 дифференциальные пары для передачи-приема данных и 3 заземляющих провода.

Контроллер SerialATA рассчитан на подключение 2 устройств, каждое из которых подключается отдельным кабелем. Обмен информацией происходит параллельно (обоими устройствами). Стандарт SerialATA позволяет осуществить замену накопителей в горячем режиме, т.е. без отключения питания.

Напряжение питания снижено до 3,3 В. Интерфейс обладает средствами исправления ошибок ECC, что гарантирует корректную передачу данных.

Изменение архитектуры SerialATA лежат только в области физического интерфейса. А по регистрам и программному обеспечению он будет полностью совместим с параллельным АТА. Для совместимости с ним существующего оборудования будут выпускаться специальные переходники с интерфейса IDE на интерфейс SerialATA и наоборот.

Интерфейс SCSI

Интерфейс SCSI применяется в рабочих станциях и серверах. SCSI существенно дороже IDE, но имеет гораздо большую пропускную способность. К нему может подключаться 8 или 16 устройств в зависимости от варианта. Длина кабелей до 12 метров. Могут подключаться внешние устройства.

Обслуживание устройств осуществляется по системе приоритетов. Большой приоритет обычно имеют медленные устройства.

Существует множество различных версий интерфейса SCSI: с быстродействием от 20 до 80 Мбайт/с. Жесткие диски с интерфейсом SCSI обычно имеют больший объем, большее быстродействие и большую надежность, чем диски IDE.

Преимущества SCSI: большая производительность, большой объем передаваемых данных, возможность подключения как внутренних, так и внешних устройств.

Недостатки: большая цена и сложная настройка вновь устанавливаемых устройств.

Интерфейс SCSI 2

В этот стандарт включены команды поддержки CD-ROM, сканеров, коммуникационных устройств, оптических накопителей. Предусматривается наличие дополнительных 24 информационных линий. Всего кабель имеет 68 линий.

Интерфейс USB

Universal Serial Bus

Интерфейс USB является промышленным стандартом расширения архитектуры персонального компьютера, ориентирована на интеграцию с устройствами телефонии и другой бытовой электроникой. Обеспечивает скорость передачи до 12 Мбит/сек. Обеспечивается простота кабельной системы и легкость подключения новых дополнительных периферийных устройств. Имеет самоидентифицирующуюся периферию, автоматическую связь с драйверами и конфигурирование, обеспечивает горячее подключение и отключение устройств. Интерфейс реализуется встроенным в плату контроллером USB. USB может использоваться для подключения модемов, клавиатур, мышей, сканеров, мониторов, динамиков, принтеров и др. устройств ввода-вывода, поддерживающих технологию USB.

Физическое соединение устройств осуществляется по топологии многоярусной звезды. Центром каждой звезды является хаб, или устройство, обеспечивающее дополнительные точки подключения

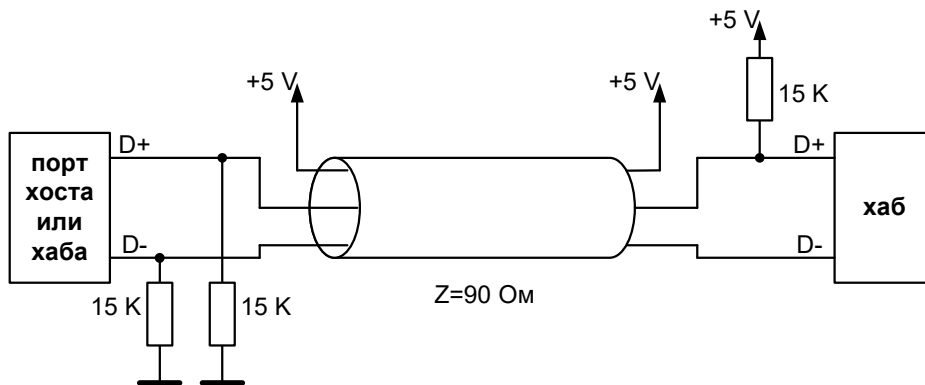
других устройств к шине USB. На вершине пирамиды находится 1 хост-контроллер, реализуемый чипсетом на системной плате, и имеющий обычно 2 порта для подключения кабеля USB. У каждого хаба имеется один восходящий порт для подключения к контроллеру или хост-хабу верхнего уровня, и нисходящие порты для подключения устройств нижнего уровня.

Работу интерфейса USB обеспечивают:

- USB Host Controller – аппаратные и программные средства, обеспечивающие подключение устройств USB к компьютеру
- USB System SW – системная поддержка USB операционной системой, независимая от конкретных устройств
- USB Client SW – программное обеспечение, соответствующее конкретному устройству, исполняемое на хост-компьютере и физическое ПУ USB

Передача данных осуществляется в последовательном виде в пакетном режиме с защитой CRC кода.

Физическая реализация интерфейса USB

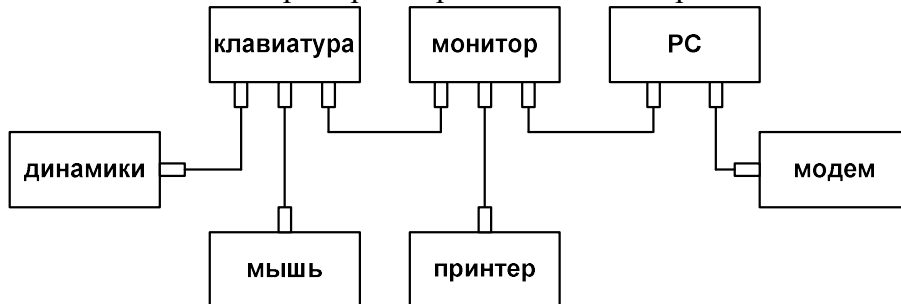


Интерфейс USB осуществляется 4-хпроводным кабелем.

В его состав входят дифференциальные линии D+, D-, состоящие из витой пары проводов волновым сопротивлением 90 Ом и максимальной длиной 5 м. 0 В передается через экран и +5 В для питания устройства USB током до 500 мА. Напряжение “0” на дифференциальных линиях меньше 0,3 В, “1” – больше 2,8 В.

Разъем четырехконтактный. Восходящие и нисходящие разъемы различаются конструктивно. Всего к интерфейсу можно подключить до 127 устройств.

Пример построения компьютерной системы с использованием USB



Питание маломощных USB устройств осуществляется от кабеля интерфейса, а мощных (принтера) – от собственного блока питания. Кроме дифференциального приемника каждое устройство имеет и линейные приемники с линий D+ и D-. Каждый выход передатчика управляется индивидуально. Это позволяет определить множество состояний линии по значению потенциала на каждом проводе линии или разности потенциалов линий D+, D-.

Интерфейс имеет следующие состояния:

- Data J State, Data K State – состояние передаваемого бита
- Idle State – пауза на линии
- Resume State – сигнал пробуждения устройства для вывода устройства из спящего режима
- Start of packet/end of packet – начало/конец пакета
- Disconnect/connect – устройство отключено/подключено от/к порту
- Reset – сброс устройства

В декодировании состояний учитывается время нахождения линии в определенном состоянии.

USB имеет 2 скорости передачи: 12 Мбит/с (высокоскоростные устройства) и 1,5 Мбита/с (низкоскоростные). Низкоскоростные устройства дешевле высокоскоростных. Скорость устройства определяется хабом по сопротивлению нагрузки подключаемого устройства. Сигнал синхронизируется по методу NPZI (это стандарт передачи последовательного дифференциального сигнала). Каждому пакету предшествует поле синхронизации SYNC, позволяющее приемнику настроиться на частоту передатчика.

Назначение контактов разъема:

- 1) Vcc +5 В
- 2) D+
- 3) D-
- 4) GND земля

Различают 2 типа разъемов:

- 1) разъем типа А – upstream – находится на кабелях, для подключения к хабу
- 2) разъем типа В – downstream – к хостам, устанавливается на устройствах, от которых кабель может отключаться.

С точки зрения передачи данных каждое устройство USB представляется собой набор независимых конечных точек endpoint, с которыми хост-контроллер может обмениваться информацией. Конечная точка описывается следующими параметрами:

- 1) требуемая частота доступа к шине и допустимые задержки обслуживания
- 2) требуемая полоса пропускания канала
- 3) номер точки
- 4) требования к обработке ошибок
- 5) максимальные размеры принимаемых и передаваемых пакетов
- 6) тип обмена
- 7) направление обмена

Высокоскоростные устройства могут иметь до 16 точек.

Канал в USB – модель передачи данных между хост-контроллером и конечной точкой.

Имеется 2 типа каналов: поток stream и сообщение message.

Типы передаваемых данных

USB поддерживает ряд режимов связи как однонаправленных, так и двунаправленных. Передача производится между программным обеспечением хоста и конкретной конечной точкой устройства.

Архитектура USB допускает 4 базовых типа информации:

- Управляющие послышки Control Transfer используются для конфигурирования во время подключения устройств и в процессе работы для управления устройствами. Длина поля данных управляющей послышки ≤ 64 байт.
- Сплошные передачи Bulk Data Transfer – передача сравнительно больших пакетов без жестких требований ко времени доставки (передача от сканера к принтеру). Эти передачи занимают всю свободную полосу пропускания шины, не занятую другими классами передач. Поле данных – 8,16,32,64 байта. Приоритет самый низкий
- Прерывания Interrupt – короткие передачи типа ввода символов или координат. Время обслуживания от 1 до 255 мс
- Изохронные передачи – непрерывная передача данных в реальном времени, занимающая предварительно согласованную часть пропускной способности шины и имеющая заданную задержку доставки. В случае обнаружения ошибки изохронные данные передаются без повтора, недействительные пакеты игнорируются. Пример – цифровая передача звука на динамик.

Архитектура USB предусматривает внутреннюю буферизацию всех устройств. Причем чем большую полосу пропускания требует устройство, тем больше должен быть его буфер. Интерфейс USB должен обеспечивать обмен с такой скоростью, чтобы задержка данных в устройстве, вызванная буферизацией, не превышала нескольких мс.

Протокол обмена USB

Все обмены или транзакции по USB состоят из 3х пакетов.

Каждая транзакция планируется и начинается по инициативе хост-контроллера, который посылает пакет маркер token packet. Этот пакет описывает тип и направление передачи, адрес устройства USB и номер конечной точки. В каждой транзакции возможен обмен между адресуемой точкой устройства и хостом. Адресуемое маркером устройство USB распознает свой адрес и подготавливается к обмену. Источник информации, определяемый маркером, передает пакет данных или уведомление об отсутствии данных, предназначенных для передачи. После успешного приема данных приемник посылает пакет подтверждения Handshake Packet.

Планирование транзакции обеспечивает управление поточными каналами. Управление потоками позволяет гибко планировать обслуживание одновременных разнородных потоков данных. Для обнаружения ошибок перед каждым пакетом имеются контрольные поля CRC кодов, позволяющие обнаружить все однокбитные и двухбитные ошибки.

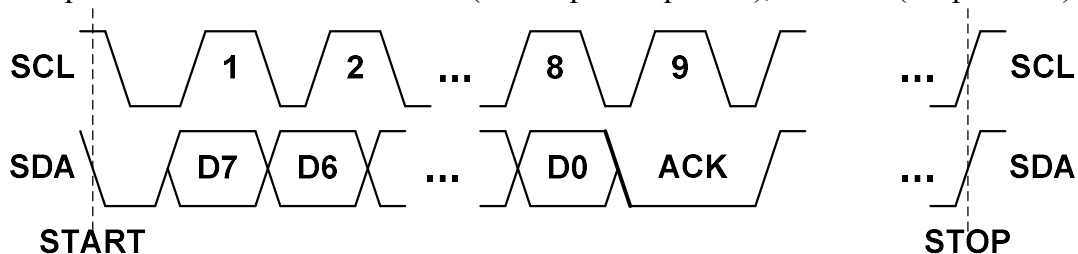
Аппаратные средства обнаруживают ошибки передачи, а контроллер автоматически производит 3-кратную попытку передачи. Если эти повторы безуспешны, передается сообщение об ошибке клиентскому программному обеспечению.

USB поддерживает подключение и отключение устройств в процессе работы. Нумерация устройств шины является постоянным процессом, отслеживающим динамические изменения физической топологии. В USB имеются функции управления энергией потребления. В режиме работы маломощные устройства потребляют ток до 500 мА, в режиме приостановки – менее 500 мкА.

Интерфейс I²C

Интерфейс используется в ПК как внутренняя вспомогательная шина системной платы для обмена с энергонезависимой памятью и идентификации установленных компонентов. Также интерфейс I²C широко применяется в бытовых МПС (например, в телевидении).

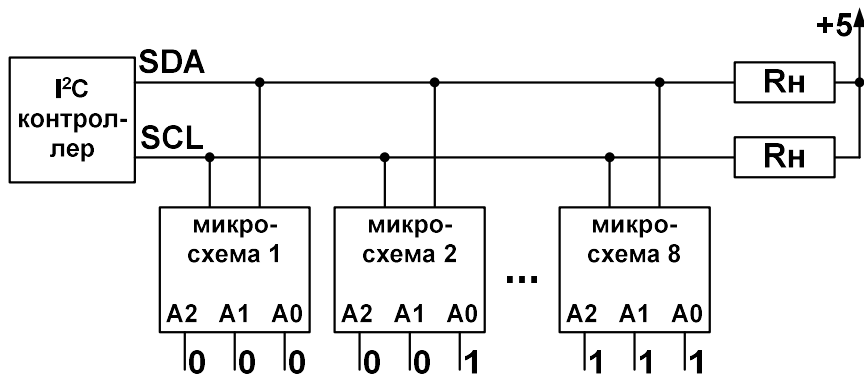
Последовательный интерфейс I²C обеспечивает двунаправленную передачу информации между парой устройств, используя 2 линии: SDA (serial data) и SCL (serial clock) – синхронизация. В обмене участвуют два устройства – ведущее Master и ведомое Slave. Каждое устройство может выступать в роли передатчика или приемника в зависимости от типа обмена. Синхронизацию задает ведущее устройство. Линия данных двунаправленная, управляется обоими устройствами с помощью выходных каскадов с открытым коллектором. Частота обмена 100 кГц (стандартный режим), 400 кГц (скоростной).



Начало каждой операции инициализируется переводом линии SDA в ноль при высоком уровне SCL. Конец операции инициализируется переводом линии SDA в высокий уровень при высоком уровне SCL.

При передаче данных линия SDA может изменяться при нулевом уровне SCL. Данные, передаваемые по линии SDA, стробируются фронтом сигнала линии SCL. Каждая посылка (8 бит) формируется передатчиком, после чего передатчик освобождает линию на один такт для получения сигнала подтверждения от приемника. Приемник во время 9-го такта формирует нулевой бит подтверждения ACK. После передачи бита ACK приемник может задержать следующую посылку при необходимости, удерживая SCL на низком уровне после спада, сформированного передатчиком.

В начале передачи после старта контроллер передает байт, содержащий 7-битный адрес устройства и признак чтения-записи (1 бит). Ожидает подтверждения. Далее при записи в память передает адрес ячейки 8 бит и байт данных. Каждое ведомое устройство имеет 7-битный адрес, старшие 4 бита которого определяют тип устройства, младшие 3 бита – номер данного устройства. Микросхемы с интерфейсом I²C имеют 3-адресный вход, коммутация которого на физическом уровне 0 и 1 определяется номером данного устройства.

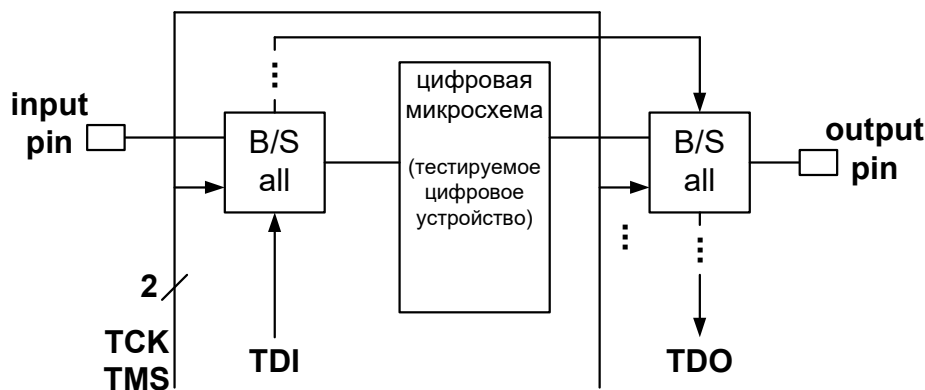


Интерфейс JTAG

Используется в целях контроля и отладки сложных цифровых устройств. Тестироваться могут многие современные процессоры, функциональные узлы системных плат, платы расширения и другие цифровые устройства. Сигналы интерфейса JTAG входят в состав линий разъема интерфейса PCI. Интерфейс JTAG содержит 4 линии:

- TMS – Test Mode Select – выбор текстового режима
- TDI – Test Data Input – входные данные в последовательном двоичном коде
- TDO – Test Data Output – выходные данные в последовательном двоичном коде
- TCK – Test Clock – синхронизация последовательных данных

Эти линии образуют тестовый порт TAP (Test Access Port), через который тестируемое устройство подключается к тестирующему оборудованию.



B/S all – ячейки тестирования. Включаются между внешними выводами микросхемы и собственно самой микросхемой (т.е. закладываются на этапе изготовления). И точно также на выходе.

Контроллер через TAP порт может подавать сигналы на вход микросхемы вне зависимости от состояния внешних выходов. Входной код записывается последовательно во входные ячейки тестирования по линии TDI под управлением сигналов TCK и TMS. Выходной код считывается последовательно из выходных ячеек контроля по линии TDO под управлением сигналов TCK и TMS.

Тестирующее оборудование формирует сигналы по программе тестирования, определенной разработчиком микросхемы, и производит сравнение результатов с выходных ячеек с эталоном. Один контроллер интерфейса JTAG может тестировать любое количество устройств, которые соединяются последовательно в цепочку. При этом выходы собственно цифровой схемы могут быть двунаправленные и трехстатусные.

Конструктивные элементы интерфейса

1. Слот – щелевой разъем для установки печатной платы с корневым разъемом. Карта расширения, обеспечивающая дополнительный интерфейс, – адаптер.
2. Socket – гнездо для установки микросхемы. Для процессоров сейчас устанавливается ZIF socket – с нулевым усилием установки. Контакт обеспечивается с помощью специального замка, приводимого в действие рычагом.
3. Jumper – съемная перемычка, устанавливаемая на штырьковые контакты при выключенном питании.
4. DIP переключатель – набор микропереключателей, монтируемый в монтажное отверстие для обычных DIP микросхем.

Типы разъемов

1. Разъемы D типа. Маркируются следующим образом:

DB-xxS

DB-xxP

S – розетка. P – вилка. xx – количество контактов в разьеме.

Разъемы D типа на задней стенке компьютера стандартизированы:

DB-9P – COM-порт

DB-9S – монитор EGA

DB-15S 2-хрядный – GAME-порт и MIDI-порт

DB-15S 3-хрядный – монитор VGA, SVGA

DB-25P – COM-порт

DB-25S – LPT-порт

2. Разъемы типа IDC (Insulation Display Connect) – разъем, смещающий изоляцию. Используется для плоского печатного кабеля (например, для IDE).

При заделке кабеля с помощью специального пресса ножи в верхней части разъема подрезают и смещают изоляцию кабеля, обеспечивая электрический контакт линии интерфейса и розетки разъема.

Разъемы IDC могут быть для краевых печатных разъемов и штырьковых контактов. Разъем IDC может иметь ключ. Для печатных разъемов это перемычка на разьеме ближе к первым контактам и соответствующая ей прорезь на печатной плате. Для штырьковых разъемов IDC это выступ на корпусе или отсутствующий штырек на вилке. При этом на разьеме для него нет отверстия.

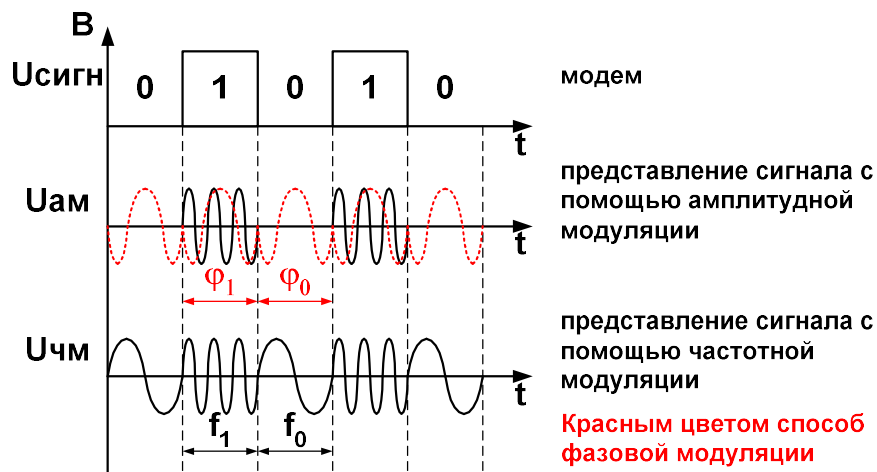
На ленточном кабеле крайний провод, соединенный с контактом 1, маркируется цветной краской. На печатной плате штырек №1 имеет квадратную форму контактной площадки или его № обозначен краской около разъема на печатной плате.

3. Разъемы типа Centronics. Конструктивно они аналогичны разьемам D типа, но контактные элементы в виде пружинок расположены по сторонам разъема.

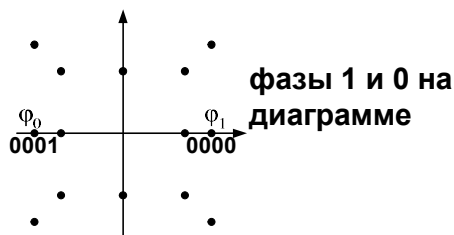


Модемные интерфейсы

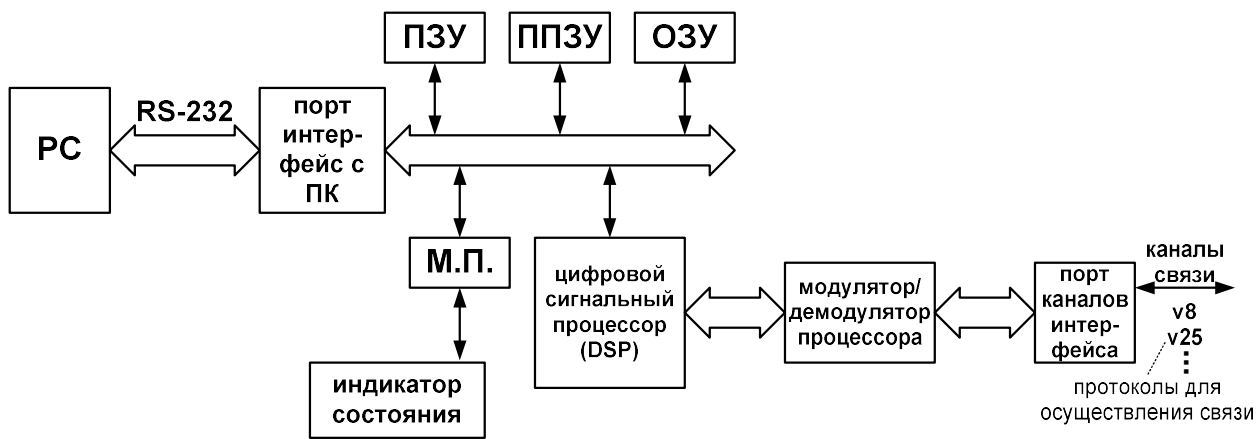
Способы кодирования информации



Способ фазовой модуляции.



Для увеличения пропускной способности канала применяется квадратурная модуляция сигнала. При этом изменяется и фаза, и амплитуда сигнала (т.е. каждой точке ставится в соответствие 4-хзначная комбинация). Для приема сигналов используются специальные устройства – модемы. Структурная схема модема



Модем связан с ПК с помощью интерфейса RS-232 или ему подобных интерфейсов. Сигналы с телефонной линии поступают в порт канала интерфейса, а затем в процессор модуляции/демодуляции.

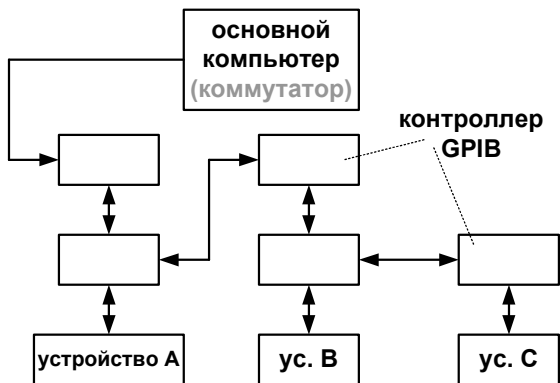
Интерфейс GPIB

General Purpose Interface Bus. Интерфейс общего назначения.

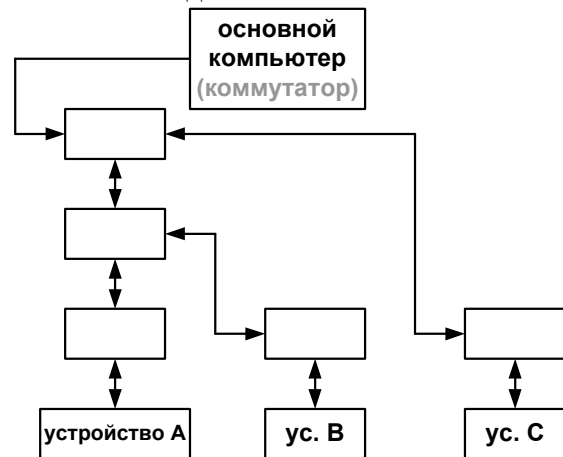
IEEE 488.1. Стандарт используется при автоматизации измерений и фиксирует электрические и механические соединения между компонентами и приборами. Интерфейс GPIB применяется в таких классах приборов как анализаторы, тестеры, системные осциллографы и источники питания. Выпускаются адаптеры для соединения интерфейса GPIB с интерфейсами USB, RS-232 и системными интерфейсами Ethernet. Интерфейс GPIB по сравнению с другими приборными интерфейсами отличается простотой и экономичностью, гибкостью топологии системы и полной документированной открытостью. Интерфейс допускает соединение до 15 приборов в машине, обеспечивает побайтную передачу данных с быстродействием 1 Мбайт/с и поддерживает систему прерываний от приборов. Приборы с интерфейсом стандарта GPIB способны работать автономно и могут отражать свои данные на экране состояния.

Топология интерфейса может быть линейной и звездообразной. В сети не может быть более 15 приборов, расстояние между ними не может превышать 4 м при полной длине кабеля до 20 м. Возможно расширение с помощью расширителей.

Линейная топология сети



Топология звезды



Контроллер содержит микропроцессор, ОП и встроенное ПО. Приборы GPIB обмениваются информацией, передавая сообщения интерфейса и сообщения приборов через интерфейс системы. Сообщение прибора содержит результаты измерений, статус устройства, файлы данных. Сообщения интерфейса это команды, которые управляют шиной. Приборы GPIB могут быть слушателями, спикерами и контроллерами.

Спикер посылает данные слушателю. Контроллер управляет шиной, посылает сигнал всем приборам.

Система GPIB обладает чертами и компьютера, и сети с централизованным управлением. Функции контроллера подобны функциям коммутатора телефонной сети. Контроллер следит за спикерами и при обнаружении запроса на передачу сообщений соединяет спикера со слушателем. В системе GPIB может быть только один системный контроллер. Он может передать функции другому контроллеру, сделав его системным контроллером.

Интерфейс состоит из 16 сигнальных линий и 8 линий заземления или возврата сигнала. Сигнальные линии группируются следующим образом: 8 линий данных, 3 линии протокола и 5 линий управления.

1 – DIO1	}	
...	}	данные
4 – DIO4	}	
5 – EOI – сигнал управления		
6 – DAV	}	
7 – NRFD	}	сигналы протокола
8 – NDAC	}	
9 – IFC	}	
10 – SPQ	}	сигналы управления
11 – ATN	}	
12 – SHIFBD	}	
13 – DIO5	}	
...	}	данные
16 – DIO8	}	
17 – GND EOI	}	
...	}	линии возврата соответствующих сигналов (заземленные)
24 – GND	}	

Линии данных предназначены для передачи данных и команд. Для команд используются ASCII коды. Линии протокола управляют асинхронным обменом передачи данных между прибором. NRFD отображает, готов ли прибор к приему байта сообщения; линия устанавливается всеми приборами при приеме команд и слушателями при приеме данных.

Линия NDAC означает приняты ли данные. Линия DAV сообщает, что линии сигналов и данных стабильны и правильно восприняты приборами.

Линии управления интерфейсом ATN контроллер устанавливает в 1 при посылке команд. IFC устанавливается системным контроллером для инициализации. SPQ запрос прибора для асинхронного обслуживания контроля. EOI линия идентификации при параллельном опросе или конца сообщения спикера.