

Федеральное агентство по образованию  
Российской Федерации

ГОУ ВПО «Владимирский Государственный Университет»

Кафедра Вычислительной Техники

БЫКОВ В.И.

## **ИНТЕРФЕЙСЫ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ**

Конспект лекций

Владимир 2005

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Система ввода – вывода ЭВМ.....	5
Каналы ввода – вывода .....	11
Система прерываний.....	14
Контроллеры.....	18
Интерфейсы.....	19
Шины расширения ПК.....	23
LPC.....	23
PCI.....	26
AGP.....	26
Традиционные интерфейсы ПК.....	33
Интерфейс RS-232C.....	33
COM – порт.....	37
Интерфейс Centronics IEEE-1284 и LPT-порт.....	38
Последовательные интерфейсы.....	45
Интерфейс USB.....	45
Интерфейс Fire Wire.....	60
Интерфейсы внешних запоминающих устройств.....	64
Интерфейсы жестких дисков IDE (ATA).....	64
Интерфейс Serial .....	69
Интерфейс SCSI.....	70
Беспроводные интерфейсы.....	74
BlueTooth.....	74
Инфракрасный порт.....	77
Литература.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Назначение ПУ - обмен информацией между ядром ЭВМ и внешним миром.  
Стоимость ПУ - 50-80% от стоимости всей ЭВМ

### Слабость ПУ

- в надежности
- в быстродействии (по сравнению с ядром ЭВМ уступают на несколько порядков)
- ПУ - слабое место по степени своего совершенства
- ПУ отстают по степени интеграции

### Классы задач, решаемых на ЭВМ и роль ПУ в этих задачах

Все задачи, решаемые вычислительными машинами, делятся на 4 класса:

Параметр	Классы задач			
	Научно-технический	Информационно-справочный	Управление в объекте	САПР
Сложность алгоритма	↑	↓	↓	↑
Объем вычислений на одно входящее сообщение	<10 ÷ 100	<10	<10	>10 ÷ 100
Требуемая точность вычислений	↑	различная	↓	↑
Объем входной и выходной информации	↓	↑	различный	↑
Режимы	индивидуальный	индивидуальный	реального времени	индивидуальный
Особенность входной и выходной информации	-	переменная длина квантов информации; большое число символьной информации	необходимость обработки аналоговой информации	графический характер информации

### Классификация ПУ.

Периферийные устройства классифицируют по нескольким признакам.

1. По способу представления информации.

- графические
- текстовые
- речевые
- сенсорные
- аналоговые сигналы

- информация внешней памяти
  - информация систем межмашинной связи
2. По направлению обмена и назначению.
- ввод информации
  - вывод информации
  - двухсторонний обмен
  - устройства подготовки данных
  - декодирование информации
3. По типу носителя.
- бумажные
  - магнитные
  - оптические
  - магнитооптические

В то же время к *носителю информации* предъявляются следующие требования:

1. плотность записи
  2. возможность многократного использования
  3. надежность считывания
  4. низкая стоимость
  5. долговечность
  6. быстрый доступ
4. По скорости.
- низкоскоростные (до 100 символов/секунду)
  - среднескоростные (до 1000 символов/секунду)
  - высокоскоростные (до 100 000 символов/секунду)
  - сверхбыстродействующие (свыше 100 000 символов/секунду)
5. По назначению в ЭВМ.
- устройства отображения информации (дисплеи, индикаторы)
  - устройства хранения информации (внешняя память)
  - устройства регистрации информации (принтеры, плоттеры)
  - устройства ввода информации (мышь, клавиатура)
  - устройства виртуальной реальности (тренажерные комплексы)

## **СИСТЕМЫ ВВОДА - ВЫВОДА ЭВМ**

Системы ввода-вывода предназначены для ввода-вывода информации и её организация заключается в обеспечении повышения эффективности обработки информации в целом.

### **Пути повышения эффективной производительности ЭВМ.**

1. Увеличение номинального быстродействия устройств, участвующих в операциях.
2. Совмещение операций обработки и ввода-вывода.
3. Совмещение нескольких операций ввода-вывода (особенно важно при наличии разноскоростных устройств ввода-вывода).
4. Совмещение операций обработки (актуально, если ввод-вывод не является сдерживающим фактором).

### **Требования к системе ввода-вывода (СВВ).**

Исходя из выше перечисленных путей повышения эффективной производительности ЭВМ, к системе ввода-вывода предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение максимальной эффективной производительности. Это возможно сделать при автономных средствах ввода-вывода, таких как: процессоры ввода-вывода, отдельные периферийные терминальные ЭВМ и др.  
"+" - разделение операций ввода-вывода и обработки по устройствам и совмещение по времени.  
"- " - сложность аппаратуры, а ,следовательно - увеличение стоимости.
2. Обеспечение минимальной стоимости ЭВМ. Это достигается реализацией операций ввода-вывода программным путем.  
"+" - низкая стоимость аппаратуры.  
"- " - повышение временных затрат.
3. Обеспечение возможности изменения состава периферийных устройств в вычислительной системе. Это требует стандартизации интерфейсов, что, в свою очередь, ведет к увеличению и аппаратных и временных затрат.
4. Обеспечение возможности модификации отдельных ПУ без нарушения целостности системы.

### **Проблемы при разработке устройств ввода-вывода (УВВ).**

1. Возможность реализации ЭВМ с переменной конфигурацией. Это необходимо для настройки ЭВМ на конкретный класс задач.
2. Параллельная работа процессора над операциями и программами ввода-вывода.
3. Стандартизация и упрощение программируемых операций ввода-вывода и независимость программирования от особенностей ПУ.
4. Обеспечение автоматического распознавания и реакции ядра ЭВМ на многообразии ситуаций в ПУ.

### Пути решения проблем при разработке устройств ввода-вывода (УВВ).

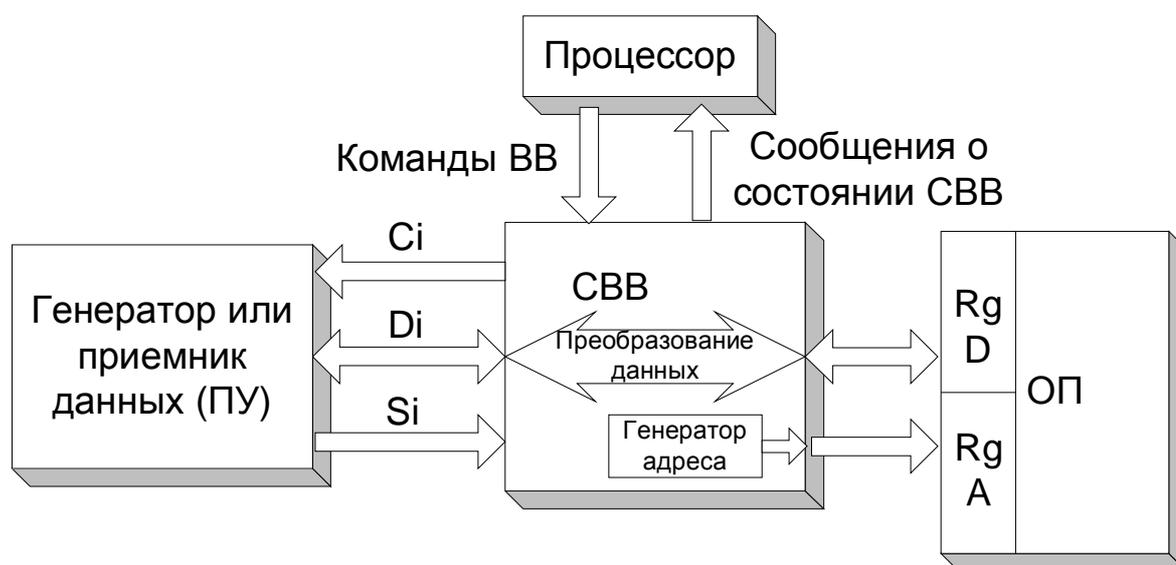
1. Модульность (агрегатность), т.е. каждое ПУ является самостоятельным устройством, таким, что при присоединении нового ПУ не происходит изменения текущей конфигурации.
2. Унификация форматов данных, которыми ПУ обмениваются с ядром ЭВМ (необходимы преобразования в самих ПУ).
3. Унифицированный интерфейс. Интерфейс - набор шин, соединений, электрических схем, сигналов, алгоритмов и протоколов обмена.
4. Унификация форматов и набора команд процессора для операций ввода-вывода.

### Основные функции системы ввода-вывода (СВВ).

1. Преобразование форматов или квантов информации, передаваемых ПУ, в форматы процессора или оперативной памяти (ОП).
2. Определение адреса ОП, где должны быть размещены и считаны сформированные кванты информации.
3. Формирование управляющих сигналов  $C_i$  для работы ПУ.
4. Получение и обработка осведомительных сигналов  $S_i$  от ПУ. Эти сигналы характеризуют состояние ПУ.
5. Получение приказов от центральных устройств на выполнение ввода-вывода и формирование сообщений о состоянии СВВ.
6. Синхронизация процессов ПУ и ЦП и согласование скоростей их работы.

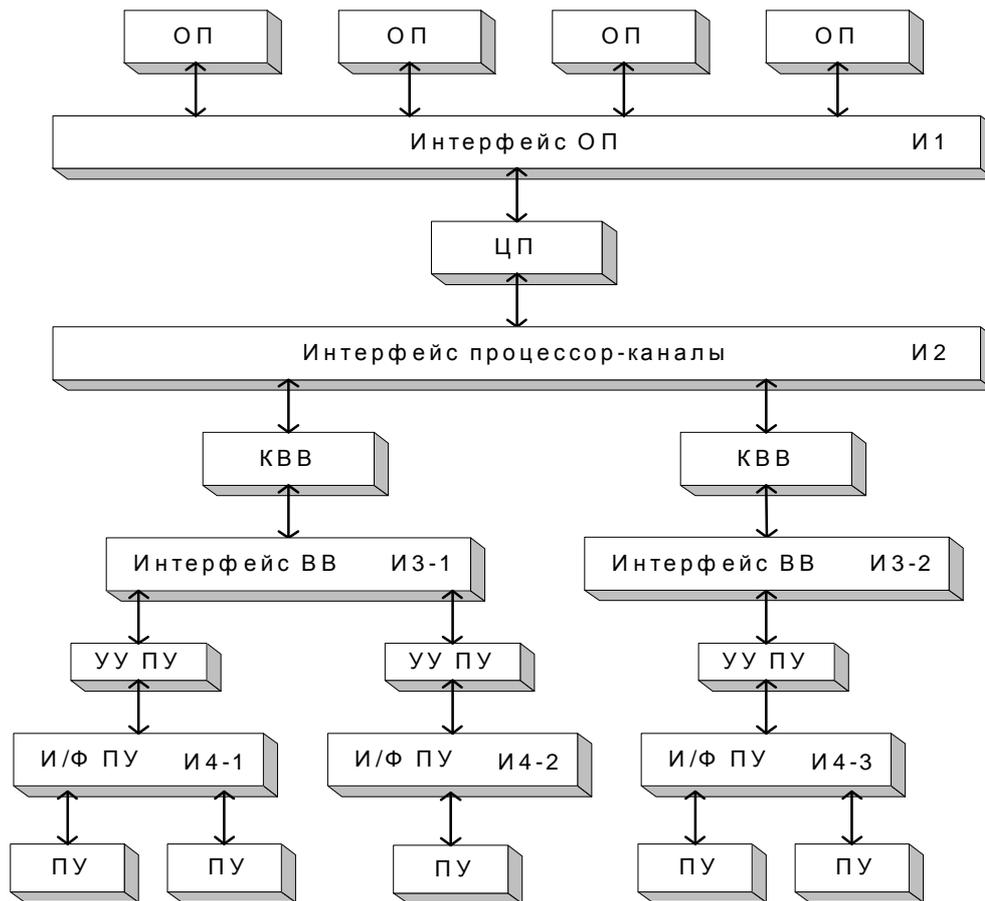
### Общая структура СВВ.

Организационно СВВ состоит из каналов, а физически в СВВ включаются ПУ, интерфейсы, слоты, контроллеры, процессоры ввода-вывода.



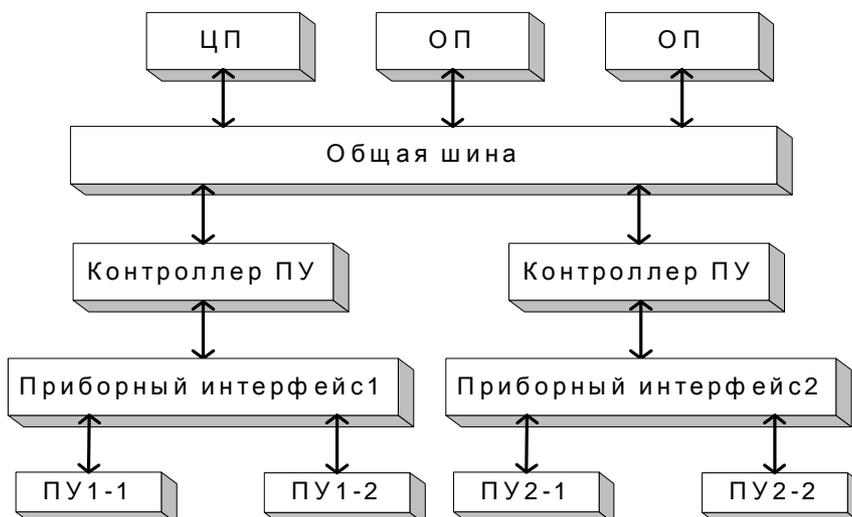
Эта структура реализуется в двух крайних проявлениях.

**1. Схема с каналами (процессорами) ввода-вывода.**



Используется в mainframe и суперкомпьютерах. Это дорогая система, но она имеет хорошую производительность, т.к. процессор частично освобождается от выполнения команд ввода-вывода.

**2. Схема с объединенной шиной.**



Это схема в чистом виде сейчас применяется редко.

"+" - малая стоимость и простота реализации.

"-" - низкое быстродействие

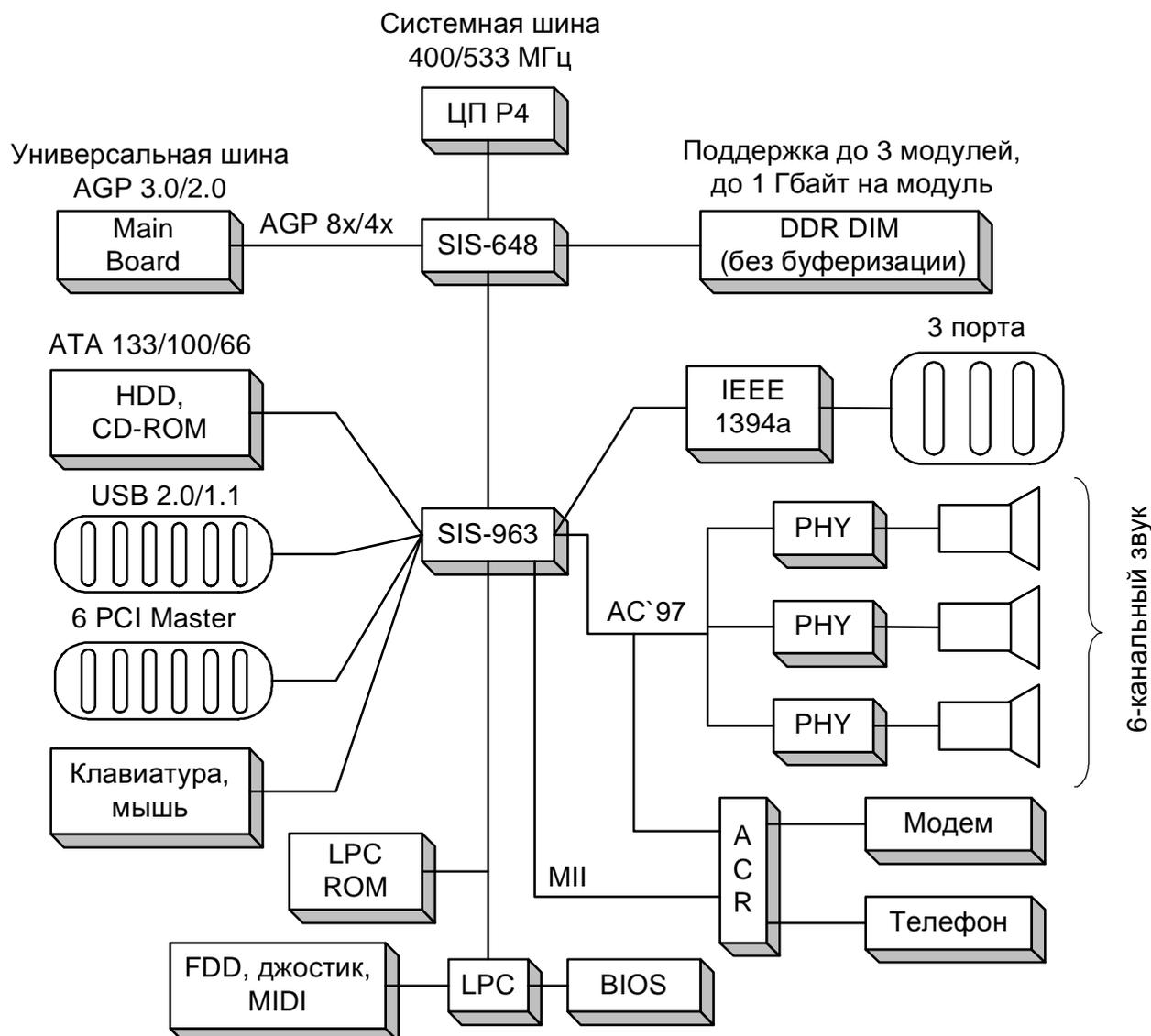
### 3. Структура СВВ современных ЭВМ (SIS-648).

Передачи информации:

1. Определение текущего адреса ОП для записи или чтения.
2. Преобразование формата данных.
3. Контроль передаваемых данных.
4. Определение особых условий и процессов выполнения.

Завершение обмена и разрушение канала:

1. Определение момента завершения.
2. Определение причины завершения.
3. Информирование ЦП об изменении состояния канала ввода-вывода.
4. Передача управляющей информации.



## **Основные характеристики канала ввода-вывода.**

1. Номинальная пропускная способность (бит/сек).
2. Нагрузочная способность (количество одновременно подключенных устройств к каналу).

## **Способы обмена данными.**

1. Программно-управляемый обмен (асинхронный способ)
  - а) операция чтения регистра состояния ПУ для анализа его готовности.
  - б) ожидание готовности путем повторения п.а)
  - в) обмен байтом или словом данных.

"-" - загрузка процессора и низкая пропускная способность (155 кБ/с)

2. Программируемый ввод-вывод (PIO - Programmed Input/Output)  
Построен на инструкциях блочной пересылки: REP INS/OUTS и осуществляет пересылку блока байтов, слов или двойных слов между ОП и портом ввода-вывода.

Для инструкции задается:

- начальный адрес памяти,
- длина блока,
- адрес порта,
- направление пересылки.

Этот режим появился в 80286 процессоре

Скорость передачи определяется частотой процессора и шины.

Этот метод применяется для обмена с АТА (IDE). Он быстрее, чем по DMA.

Для уменьшения скорости обмена до возможностей ПУ контроллер интерфейса аппаратно вводит такты ожидания.

3. Обмен по каналу DMA

Скорость = 2...4 МБ/с

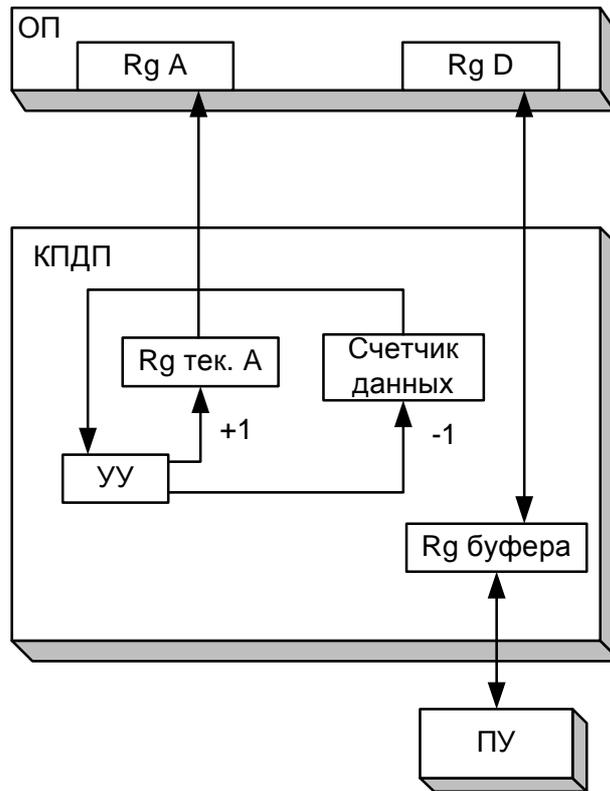
Почти не загружает процессор. Участвует контроллер DMA.

В счетчик записывается количество байтов, которые необходимо передать.

4. Обмен в режиме прямого управления шиной

Такой обмен аналогичен DMA, но с большей интеллектуализацией и называется Ultra-DMA. Он выполняется под управлением интеллектуального контроллера. ЦП загружается в наименьшей степени. Производительность выше, чем у DMA. Применяется в АТА устройствах. Используется Ultra-DMA/66 и /100 (т.е. V=66 и 100 МБ/с соответственно).

### Схема контроллера DMA.



### Способы синхронизации обмена.

1. Обмен по опросу готовности.  
"- " - время тратится впустую (идет опрос ПУ).
2. Использование аппаратных прерываний (ПУ, которое хочет осуществить обмен, посылает аппаратной прерывание).
3. Поллинг (Polling) - опрос готовности ряда устройств по периодическому прерыванию.

### Буферизация данных в ПУ

По характеру обмена ПУ можно разделить на:

1. Блочные устройства - обмен блоками (диски).
2. Поточные ПУ - идет поток информации, который поступает, а затем считывается. Это буфер типа FIFO.
3. Регистро-ориентированные ПУ - производится через буферные регистры. Этот принцип применяется, например, в таких ПУ, как мышь и джойстик - в регистры заносится положение.

Может быть смесь.

## Канал ввода-вывода

### Классификация КВВ.

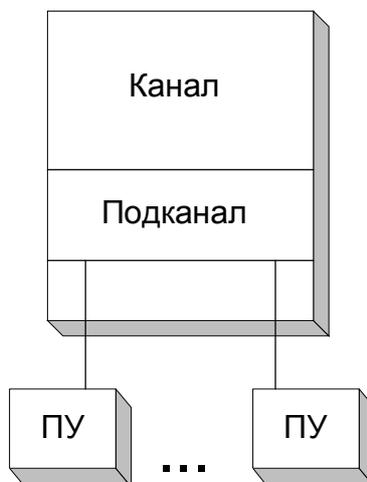
#### *По способу аппаратно-программной реализации.*

1. Выделенные каналы - реализованы аппаратно.  
"+" - высокая эффективность.  
"- " - необходимы дополнительные технические затраты, и, как следствие, увеличение стоимости.
2. Внутренние каналы - реализованы программно.  
"+" - уменьшение аппаратных затрат.  
"- " - сильная загрузка процессора.

#### *По режиму обслуживания.*

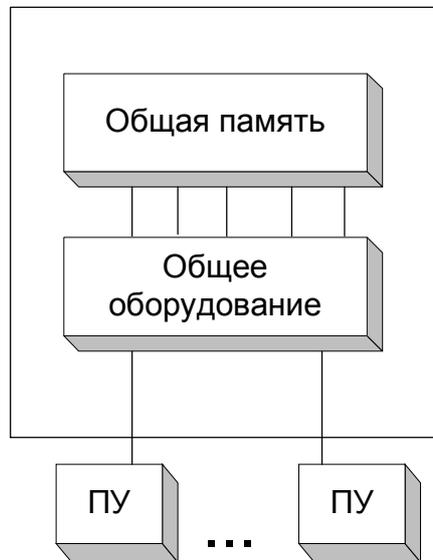
1. Селекторный канал.

Обмен происходит большими блоками. Применяется для обслуживания высокоскоростных дисководов.



2. Байт-мультиплексный канал.

В такой системе общая память и общее оборудование. Обмен происходит блоками по 1 байту. Такие системы используются в параллельной работе низкоскоростных устройств, таких, например, как клавиатура.

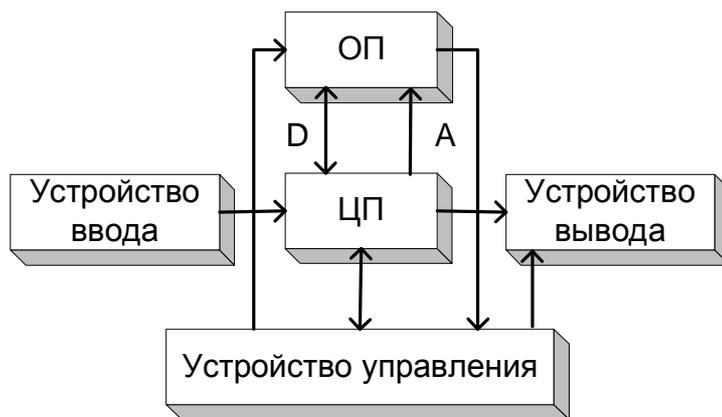


### 3. Блок-мультиплексорный канал.

Обмен блоками. Используется для параллельного подключения нескольких устройств, но более высокоскоростных, чем в байт-мультиплексорном канале. (Например, строковая печать на принтере).

#### *По способу управления обменом информации.*

##### 1. Центральнo-синхронный.



В такой системе центральный процессор задает адрес и передает данные. Время работы программы в такой системе вычисляется по формуле:

$$T_p = (a_{\text{дв}} \cdot \dot{O}_{\text{дв}} + a_{\text{ад}} \cdot \dot{O}_{\text{ад}}) \cdot n, \text{ где } a_{\text{дв}} + a_{\text{ад}} = 1$$

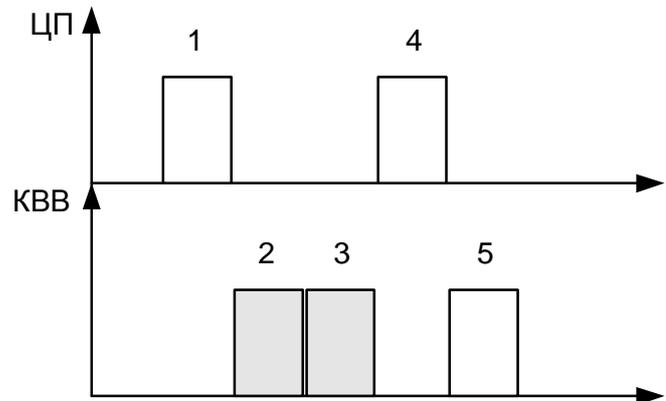
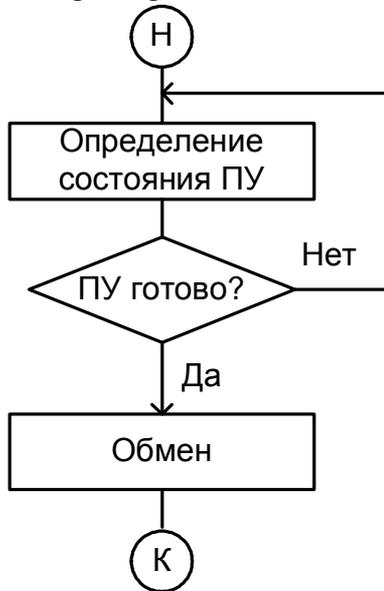
$n$  - число операций.

## 2. Центральнo-асинхронный.



ЦП выдает ОП команду начала работы.

Алгоритм работы:



2. подготовка кванта
3. запрос к ЦП
4. команда запуска ПУ
5. передача данных

$$T_p = [a_{выч} T_{выч} + a_{вв} T_{вв} (1 - K_{II})] \cdot n$$

$K_{II}$  - коэффициент перекрытия. ( $K_{II} = 0 \dots 1$ ).

Если  $K_{II}=1$ , то процессор не участвует в процессе ввода-вывода.

Если  $K_{II}=0$ , то это центрально-синхронный способ.

Для повышения  $K_{II}$  используют:

1. Автономные схемы подготовки кванта информации.
2. Средства связи для передачи информации между ПУ и ОП, минуя ЦП.
3. Средства синхронизации обработки в ЦП и устройства подготовки.

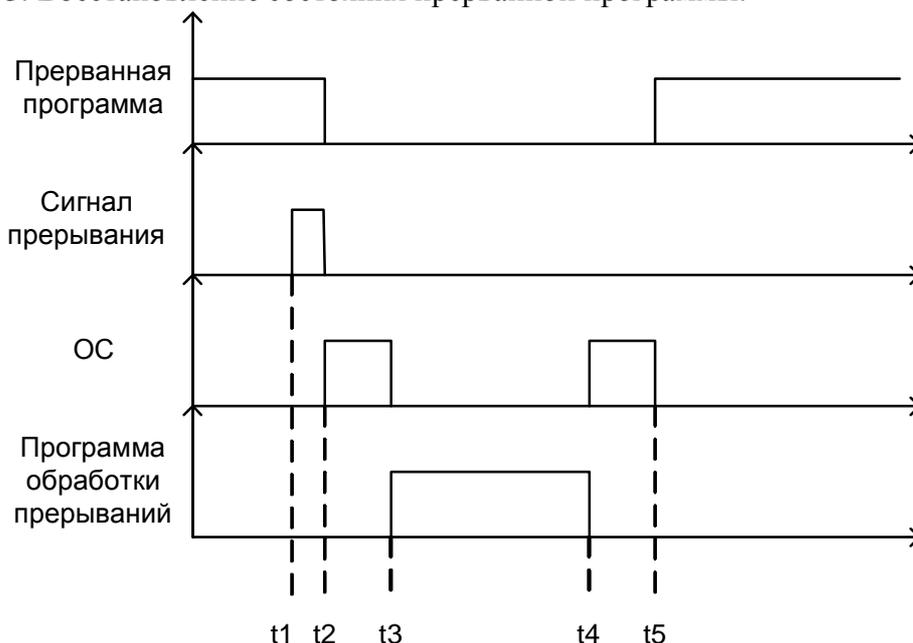
4. ЦП не должен простаивать из-за отсутствия данных.

### Система прерываний.

Для синхронизации работы ЦП и ПУ используются прерывания и приостановки.

#### **Основные функции системы прерываний.**

1. Запоминание состояния прерываемой программы.
2. Переход от прерываемой программы к прерывающей.
3. Восстановление состояния прерванной программы.



$t_p = t_2 - t_1$  - это время реакции на прерывание

$t_{п} = t_3 - t_2$  - это время переключения (запоминания состояния прерванной программы)

$t_{оп} = t_4 - t_3$  - это время обработки прерывания

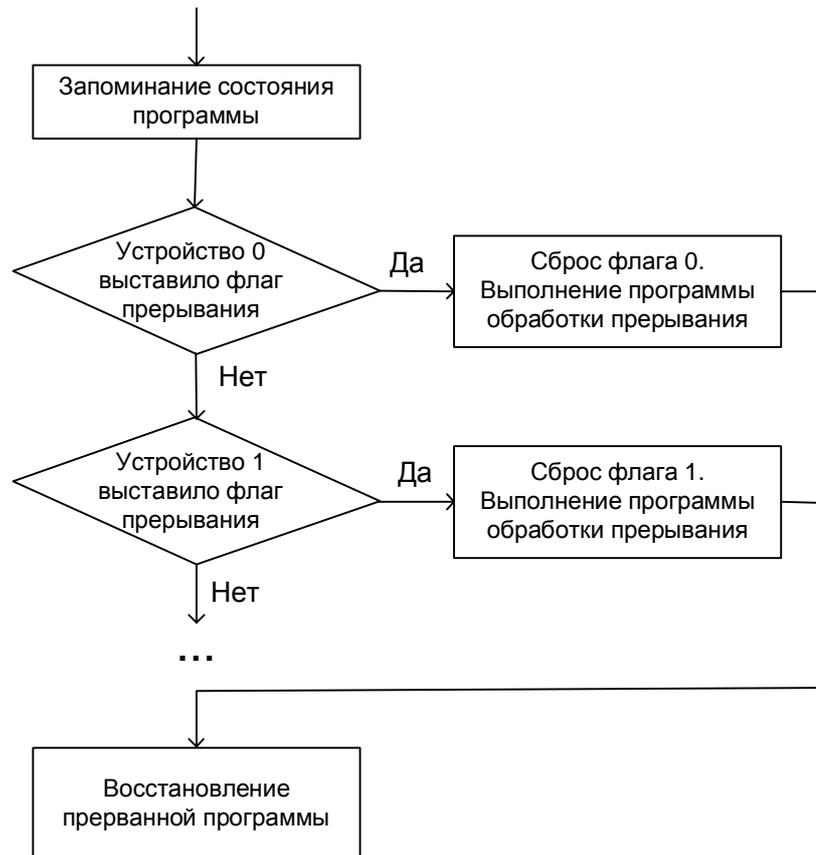
$t_{восст} = t_5 - t_4$  - это время восстановления прерванной программы

#### **Характеристики системы прерываний**

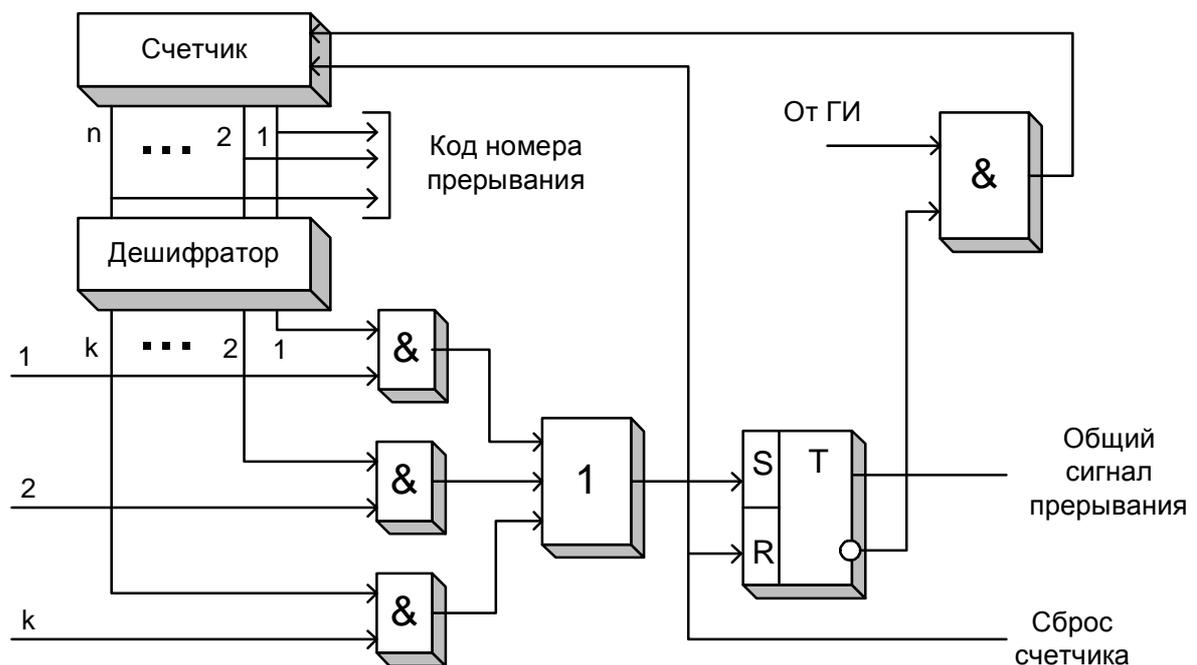
1. Общее число запросов прерывания (входов в СП)
2. Время реакции
3. Затраты времени (накладное время)
4. Глубина прерывания - сколько прерываний может быть одновременно обслужено
5. Число классов и уровней прерываний
6. Насыщение СП (сколько прерываний более низкого приоритета могут ждать)
7. Допустимые моменты прерывания
8. Приоритеты прерываний:
  - абсолютный (он сразу же обрабатывается)
  - относительный (он ждет конца обработки)

## Способы опроса источников прерываний (определение приоритета прерываний)

### 1. С опросом источников прерываний (программный подход)

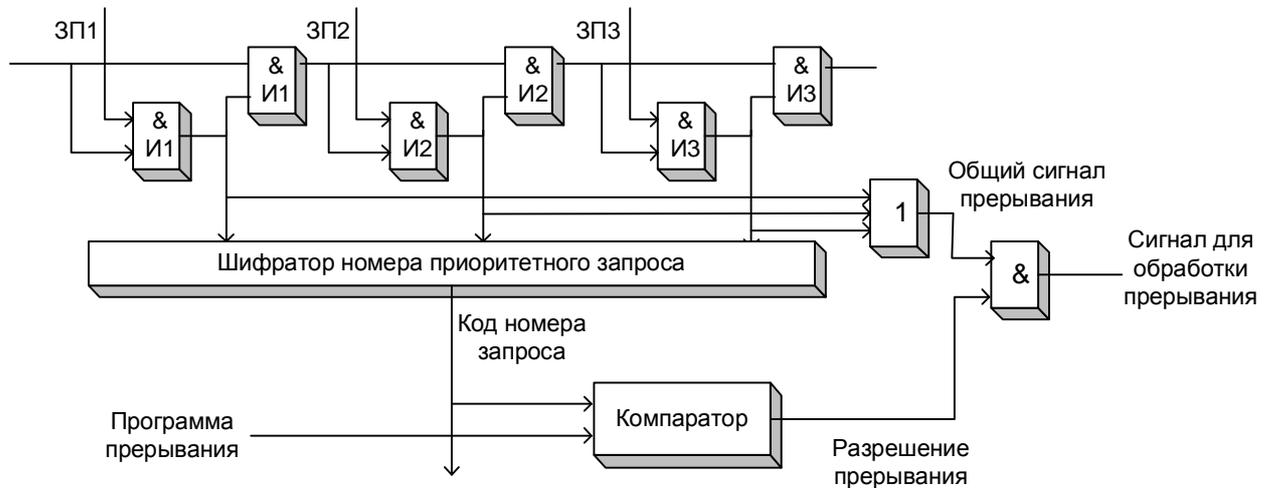


### 2. Циклического опроса источников прерывания (многотактный) - аппаратный подход. Необходима большая скорость. $2^n = k$



Когда придет сигнал обнаружения прерывания, счетчик перестает считать и выдает код номера прерывания

### 3. Цепочечный одноктактный опрос (Дейзи-цепочка)

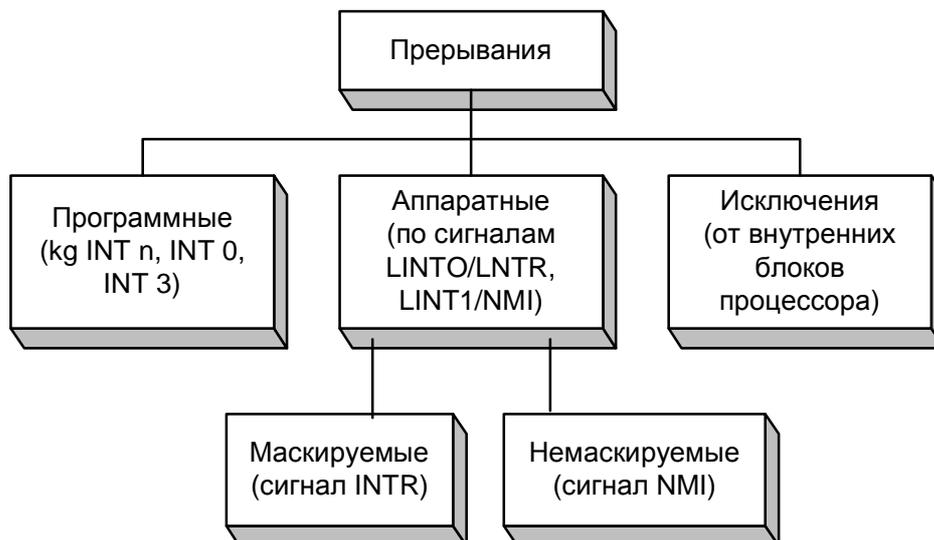


### 4. Векторное прерывание

#### Порядок выполнения прерываний

1. Данные из  $ip$  и  $CS$  записываются в стек
2. Обращение к специальной таблице векторов обработки прерываний и получение адреса программы обработки прерываний
3. Замещение данных в регистрах  $CS$  и  $ip$  новыми адресами
4. Выполнение
5. Возврат из прерывания

#### Классификация прерываний и исключений

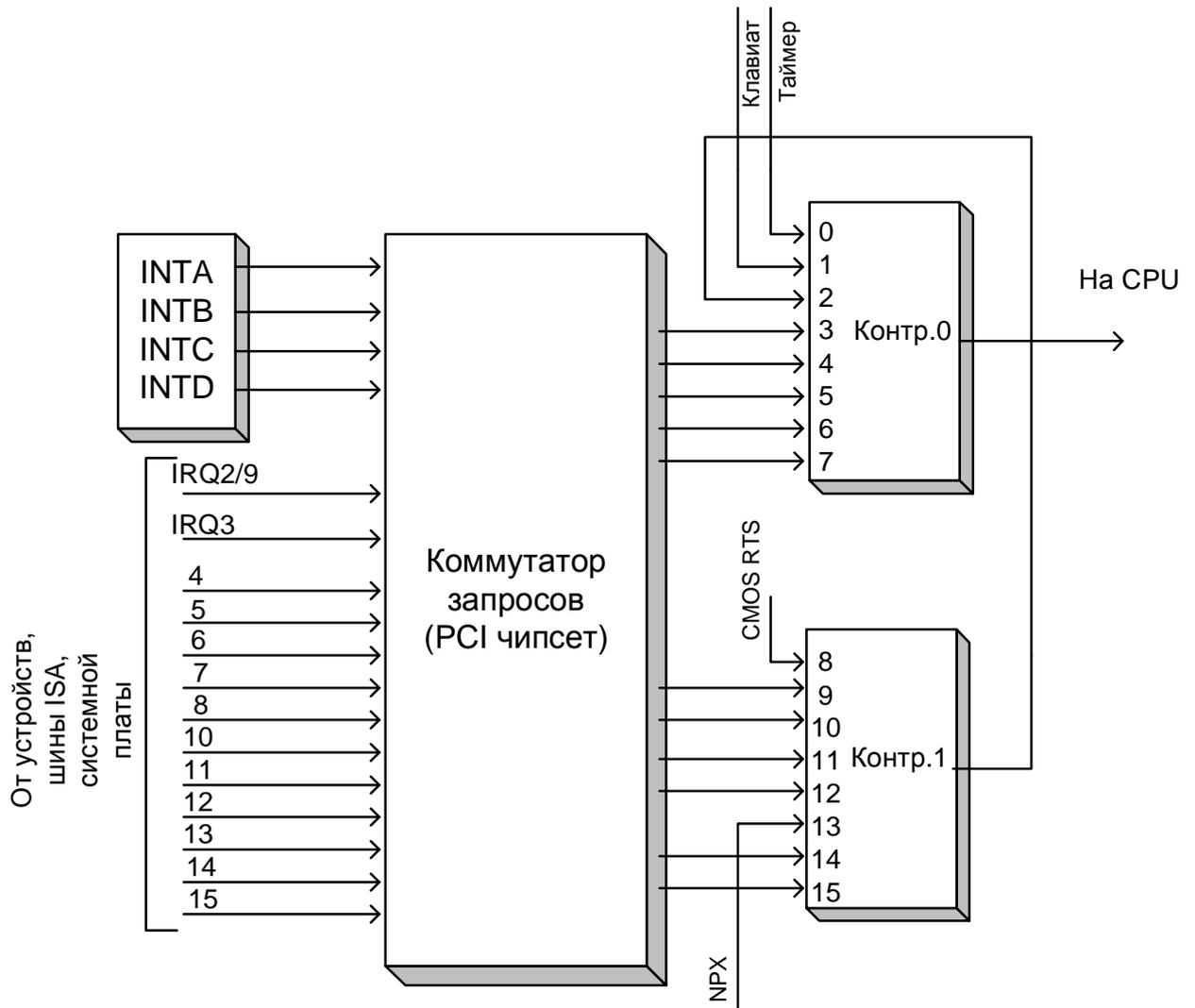


#### Виды исключений

- ловушка (обнаруживаются до выполнения программы, за ней следующая команда)
- ошибка (обнаруживается после выполнения программы, за ней предыдущая команда)
- отказ (серьезные нарушения в работе системы)

## Аппаратные прерывания

Коммутатор запросов является частью чипсета. Контроллер i8259A обслуживает 8 прерываний.

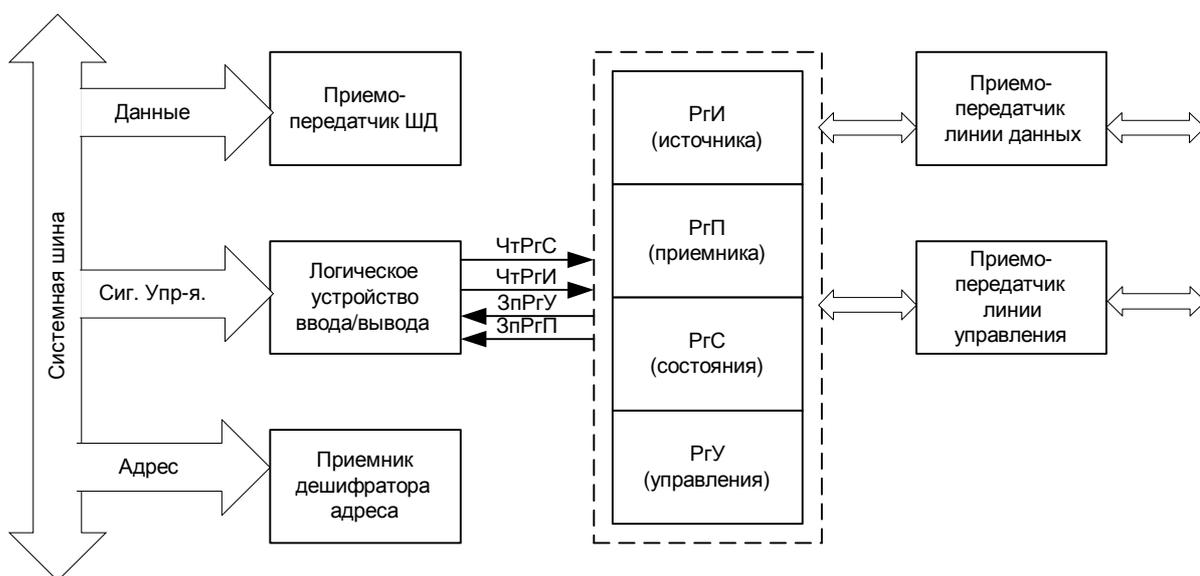


## Контроллеры

### Назначение контроллеров

Преобразование унифицированных информационных и управляющих сигналов, поступающих из канала, сигналов специальной формы, обеспечивающих работу ПУ. Контроллеры существенно различаются по степени интеллектуальности, т.е. по количеству функций, возлагаемых на контроллер.

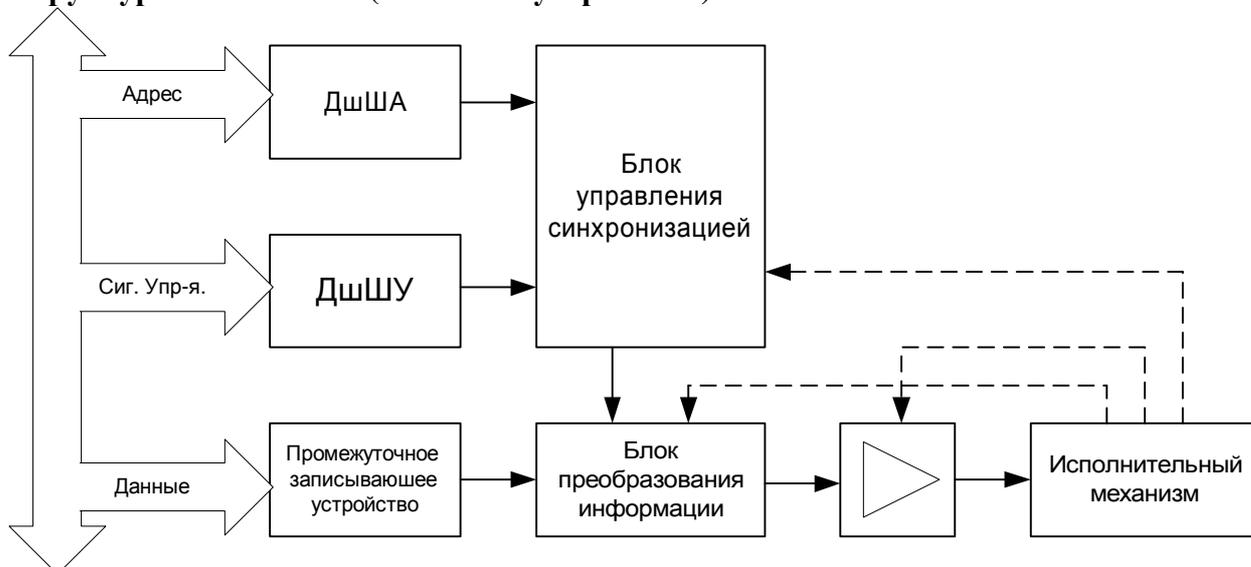
### Общая схема контроллера



### Общие функции контроллера

1. Дешифрация адреса ПУ
2. Дешифрация команд
3. Выборка управляющих сигналов
4. Контроль информации, поступающей с канала
5. Выдача и формирование сигналов, сигнализирующих о состоянии ПУ.

### Структурная схема ПУ (внешнего устройства)



## **Адресация ПУ**

Осуществляется с помощью задания адреса регистра контроллера.  
Адреса регистров: 0...256.

## **Факторы, определяющие структурную и функциональную организацию контроллера ПУ**

1. Формат данных и их особенности
2. Режим работы ПУ
3. Тип системного интерфейса

## **Интерфейсы**

Интерфейс – совокупность правил унифицированного ввода вывода между ЭВМ.

### **Средства:**

1. Аппаратные
  - шины, линии
  - электронные схемы
  - сигналы
2. Конструктивные
  - разъемы
  - платы
3. Программные
  - протоколы

Системы интерфейсов – группы интерфейсов применяемые в одной вычислительной системе.

Шина – совокупность линий.

### **Совместимость:**

- Конструктивная (разъемы),
- Электрическая (уровни сигналов),
- информационная (протоколы, алгоритмы).

## **Классы интерфейсов**

1. Организационно-системный класс (классификация по назначению (месту) в системе):
  - 0 - интерфейс человек-машина
  - 1 - межмашинный (сетевой)
  - 2 - системный интерфейс
  - 3 - интерфейс ОП
  - 4 - интерфейс процессор - каналы
  - 5 - интерфейс ввода-вывода (шины расширения)
  - 6 - малый (приборный) интерфейс (интерфейс подключения ПУ)
2. Конструктивный класс (классификация по конструктивному назначению):
  - межмашинный
  - межблочный
  - внутриблочный

- межплатный
- внутриплатный

### Параметры интерфейсов

- Пропускная способность
- Максимальная частота передачи сигнала
- Допустимое расстояние передачи
- Динамические параметры:
  1. передача слова
  2. передача блока (с учетом процедур подготовки и разрушения канала)
- Общее число линий интерфейса
- Количество бит передаваемых параллельно

### Классификация интерфейсов

#### 1. По типу связи:

- дуплексный (в двух направлениях одновременно)
- полудуплексный (информация передается отдельно во времени, но в 2 направлениях)
- симплексный (в одном направлении)

#### 2. По среде передачи информации

- Электрическая (провода, кабели)
- Оптическая (оптоволокно, ИК-порт)
- Электромагнитная (волноводы, радиоволны)

#### 3. По типу кабеля

- Коаксиальный кабель
- Витая пара
- Световод, оптоволокно
- Электромагнитная среда
- Волновод

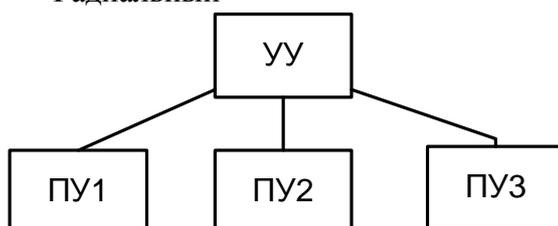
Скорость передачи по линиям зависит от длины линии и её типа. При малой длине линии скорость определяется задержками в приемопередающей аппаратуре. При средней длине скорость пропорциональна длине.

#### Линии передач могут быть:

Однонаправленные (полудуплексные)  
 Двухнаправленные (дуплексные)

#### 4. По способу подключения

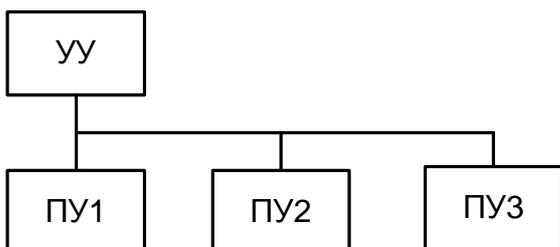
- Радиальный



"+" - высокое быстродействие  
- возможность обслуживания нескольких ПУ  
- простота организации обмена

"-" - высокая стоимость

- Магистральное подключение



Используется коллективные средства соединения с разделением времени. Каждому ПУ присваивается свой адрес, который передается по специальным линиям связи для установления канала.

"+" - уменьшение количества линий в соответствии с типом интерфейса

"-" - невозможность обслуживания нескольких ПУ одновременно

- Цепочечный интерфейс



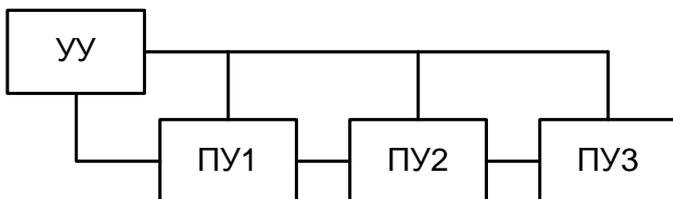
При запросе, адрес проходит через все ПУ, что замедляет процесс адресации. Порядок запроса зависит от последовательности подключения.

"+" - малые аппаратные затраты

- уменьшение времени опроса

"-" - увеличение временных затрат при передаче информации

- Комбинированный интерфейс



Имеет магистральную структуру всех линий, кроме линии опроса

"+" - высокая скорость опроса и передачи данных

## ШИНЫ РАСШИРЕНИЯ ПК

### Характеристики шин расширения.

Шина	Производительность Мб/с	Наличие DMA (кол-во)	Bus- Master	ACFG	Разрядн. данных	Разрядн. адреса	f (Гц)	Примени-
<b>ISA-8</b>	4	3	-	-	8	20	8	PCXT
<b>ISA-16</b>	8	7	+	-	16	24	8	PCAT
<b>LPC</b>	6,7	7	+	-	8/16/32	32	33	
<b>EISA</b>	33,3	7	+	+	32	32	8,33	до 386
<b>MCA-16</b>	16	-	+	+	16	24	10	
<b>Mca-32</b>	20	-	+	+	32	32	10	
<b>VLB</b>	132	-	+	-	32/64	32	33/66	
<b>PCI</b>	132/264	-	+	+	32/64	32	33/66	
<b>PCI-X</b>	532/1064	-	+	+	32/64	32	33/66	
<b>AGP (1x,2x,4x,8x)</b>	266/512/ 1024/2132	-	+	+	32/64	32	66	
<b>PCM CIA</b>	10/20	+	-	+	8/16	26	10	Блокн ПК
<b>Card Bus</b>	132	-	+	+	32	32	33	

### Шины и карты расширения блокнотных ПК.

Параметры	PC Card 1995г.	small PC Card
длина	85.6	45.0
ширина	54.0	42.8
высота	3.3/5.0/10.5/16.0	3.3/5.0/10.5/16.0
коннектор	штырьковый	штырьковый
число контактов	68	68
интерфейсы	память, ввод-вывод и Card BUS	память, ввод-вывод

### Интерфейсы PCMCIA, PC Card и Card BUS

Интерфейсная память обеспечивает 8 и 16 битные с такта=100 мс, то есть V=10-20 МБ/с. Толщина разная, но меньшие встают в большие гнезда. Большинство адаптеров поддерживают "горячее подключение". Упит= 5В, 3.3В. Введен механический ключ для недопущения установки карт 3.3В в разъем 5В. Определены контакты 43 (VS1#) и 57(VS2#) для выбора. Упит=5В - оба свободны. Упит=3.3В - VS1# - заземлен, VS2# - свободен.

### PC Card

Выпускаются различные устройства для подключения

- память
- устройства хранения
- коммуникационные устройства

- интерфейсные порты
- игровые адаптеры
- мультимедийные устройства
- и т.п.

Они дороже, чем для обычных систем.

Слоты PC Card подключаются к системной шине блокнотных ПК через мост с внутренней шиной PCI. Это мост PCI - PC Card. Могут быть и слоты small PCI (SPCI), но они не доступны без вскрытия корпуса ПК.

Разъем - 68 контактов.

### **Интерфейс LPC (Low Pin Count-малое число выводов)**

Эта шина заменяет шину ISA или X-BUS

К ней подключаются:

- контроллер НГМД,
- последовательный и параллельный порты,
- клавиатура,
- аудиокодек
- BIOS...

Этот интерфейс обеспечивает те же циклы обращения, что и ISA

- чтения-записи ОП, ввода-вывода
- DMA
- прямое управление шиной

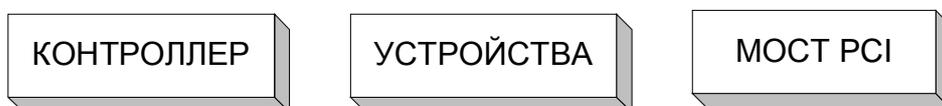
Устройства, подключенные к этой шине могут вызвать прерывания.

В отличие от ISA, обеспечивает 32-битную адресацию памяти.

Порты - адресация 16 бит.

Интерфейс синхронизирован с PCI, но устройства могут вызвать произвольное число тактов ожидания.

Это интерфейс программнопрозрачный, т.е. он не требует драйверов.



Производительность как у ISA.

При наличии буферов FIFO интерфейс наиболее выгодно использовать в режиме DMA - для порта LPT. Он занимает 47% полосы интерфейса и измеряется  $V=2$  Мб/с; далее ИК-порт - 11,4 % полосы интерфейса при  $V=4$  Мб/с; остальные устройства (НГМД, СОМ-порт, аудиокодек) доводят общую полосу до 75%.

**Сигналы интерфейса LPC.**

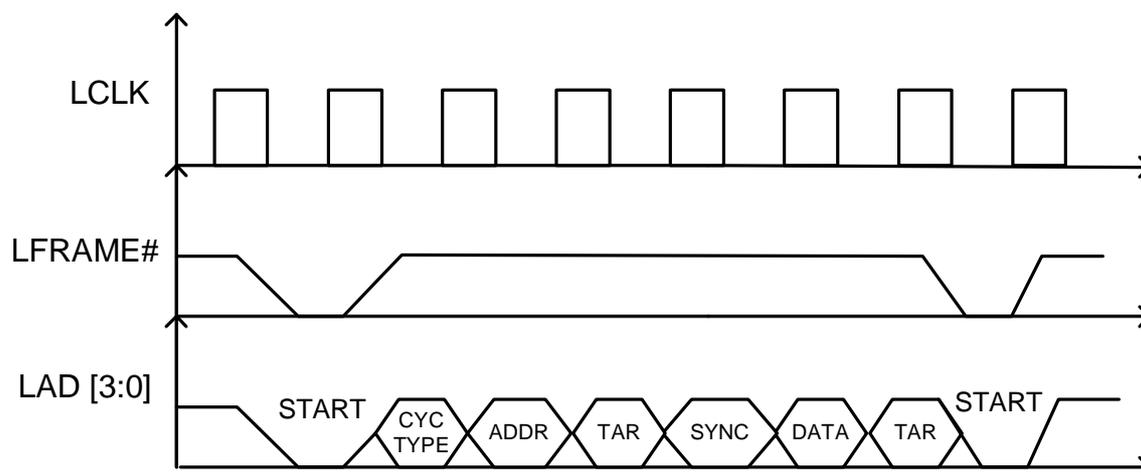
*Основные сигналы:*

- LAD [3:0] - двунаправленная мультиплексированная ШД
- LFRAM# - индикатор начала и конца цикла, управляемый хостом
- LRESET# - сигнал сброса, тот же, что RST# на шине PCI
- LCLK - синхронизация (33 МГц), тот же сигнал, что CLK на PCI

*Дополнительные сигналы:*

- LDRQ# - кодированный запрос DMA/BUS Master от ПУ
- SERIRO - линия запросов прерываний (в последовательном коде), используется если нет стандартного IRQ в стиле ISA
- CLKRUN# - сигнал, используемый для указания на остановку шины. Требуется для устройств, нуждающихся в DMA и BUS Master.
- PME - сигнал о событиях системы, управление потреблением питания (как в PCI)
- LPCPD# - Power Down - указание от хоста устройства на подготовку к выключению питания.
- LSMI# - запрос прерывания SMI# для повтора инструкции ввода-вывода

### Протокол LPC



*Описание полей:*

1. В поле **START** задается код действия:
  - 0000 - начало цикла обращения хоста к ПУ
  - 0010 или 0011 - предоставление доступа ведущему устройству
  - 1111 - принудительное завершение цикла (abort)
2. **CYC TYPE** - задает тип и направление передачи
3. **TAR** (Turn Around) - служит для смены владельца шины LAD, занимает 2 такта
4. **ADDR** - для передачи адреса - в цикле ОП оно занимает 8 тактов, в цикле ВВ оно занимает 4 такта
5. **DATA** - данные, на каждый байт - 2 такта. Начало - с младшей тетрады (и с младших байтов, если их несколько)
6. **SYNC** - служит для введения тактов ожидания устройством, к которому выполняется обращение. Оно обеспечивает контроль передачи, введение тактов ожидания механизм таймаутов.

Начав цикл, хост считывает поле синхронизации. Если в течение 3 тактов адресованное устройство не отвечает, то хост считает, что его нет и прекращает транзакцию.

Если приходит код короткого ожидания, хост ждет его смены на готовность или ошибку. Но после 8 тактов ожидания он прервет транзакцию по таймауту. Код длинного ожидания может быть долго, ответственность за отсутствие зависания ложится на адресованное устройство. При прямом управлении поле SYNC выставляется хостом и устройство должно ждать.

### Последовательность полей при обращении хоста к памяти или портам.

- чтение

START	CYCTYPE	ADDR	TAR	SYNC	DATA	TAR
-------	---------	------	-----	------	------	-----

- запись

START	CYCTYPE	ADDR	DATA	TAR	SYNC	TAR
-------	---------	------	------	-----	------	-----

Заштрихованные поля устанавливает устройство, к которому идет обращение.

Для чтения памяти требуется 21 такт (0,63 мкс), в том числе 5 тактов SYNC для доступа к памяти.

Для записи памяти требуется 17 тактов (0,51 мкс), в том числе 1 такт SYNC.

Обращения к портам требуют по 13 тактов за счет более короткой адресации и отсутствия тактов ожидания.

### Передача данных по DMA.

Передача данных по DMA выполняется под управлением хоста, но отличается от обращения к памяти и портам. Появляются поля:

- SIZE - определяет размер передачи (1-4 Б)
- CANNEL - для передачи хостом номера канала DMA (биты [2:0]) и признака конца цикла TC (бит 3)

Циклы чтения памяти в зависимости от длины (1, 2, 4 Б) без тактов ожидания занимает 11, 18 и 32 такта (V=3.03, 3,7, 4,17 МБ/с соответственно)

Циклы записи занимают 11, 14 или 20 тактов (V=3.03, 4,76, 6,67 МБ/с соответственно)

### Прямое управление шиной

Ведущее устройство запрашивает как и DMA, но указывая зарезервированный номер канала 4(100). Требуется 25, 27 или 31 такт (из них 6 - SYNC ) для обращения к памяти (V=1,33, 2,47 и 4,3 МБ/с). При обращении к портам требуется 21, 23 или 27 такт (V=1,59, 2,9 и 4,94 МБ/с).

### Электрические интерфейсы для сигналов.

LAD [3:0], LFRAME#, LDRQ#, SERIRQ соответствуют спецификации PCI 2.1 для питания 3.3В. Остальные сигналы, в зависимости от системной платы будут с уровнем 5В или 3.3В.

Конфигурирование устройств LPC не предусматривает протоколов PCI или ISA, так как все устройства известны системной BIOS.

Для обращения к устройствам LPC хост должен декодировать их адреса и направлять обращения к ним на контроллер LPC.

## **PCI (системная шина)**

### **Адресация устройств в PCI**

Адрес содержит 3 составляющие

1. Номер шины (до 4 шин PCI)
2. Номер устройства (до 21 устройства)
3. Номер функции (до 8 функций)

### **Прерывания PCI**

Так же, как прерывания в шине ISA, с помощью двух контроллеров i8259A. В PCI, в отличие от ISA, нет отдельного понятия DMA - есть другое прямое управление шиной. Может быть построена как DMA.

### **Электрический интерфейс PCI**

Напряжение  $U_{пит}=5В, 3.3В$ . Карты могут быть либо на эти напряжения, либо универсальные. Идентификация как в AGP.

### **Мосты PCI**

Главный мост - для подключения к системной шине

Одноранговый мост - для соединения двух шин PCI

Возможно создание контроллеров для не стандартных устройств.

Новый стандарт PCI EXPRESS (3GIO).  $V=2.5Гб/с$ , не догоняет шину AGP. PCI EXPRESS используется для подключения следующих интерфейсов: IEEE 1394 и SB2.0

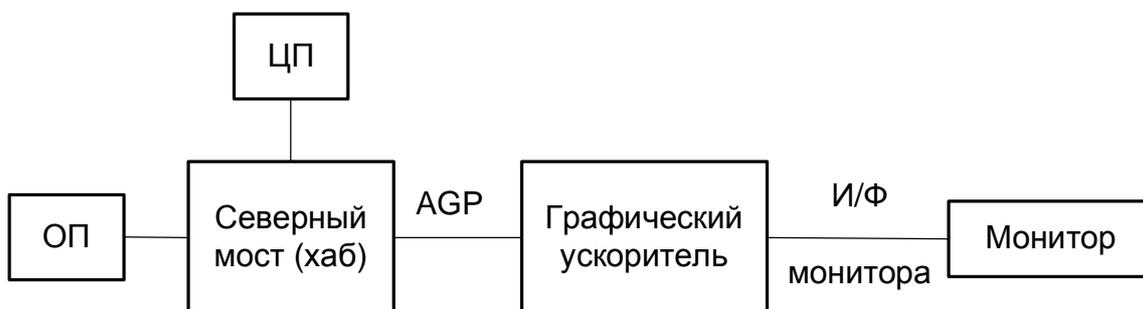
## **Шина расширения AGP**

Version 2 = v.2 (1998г.)

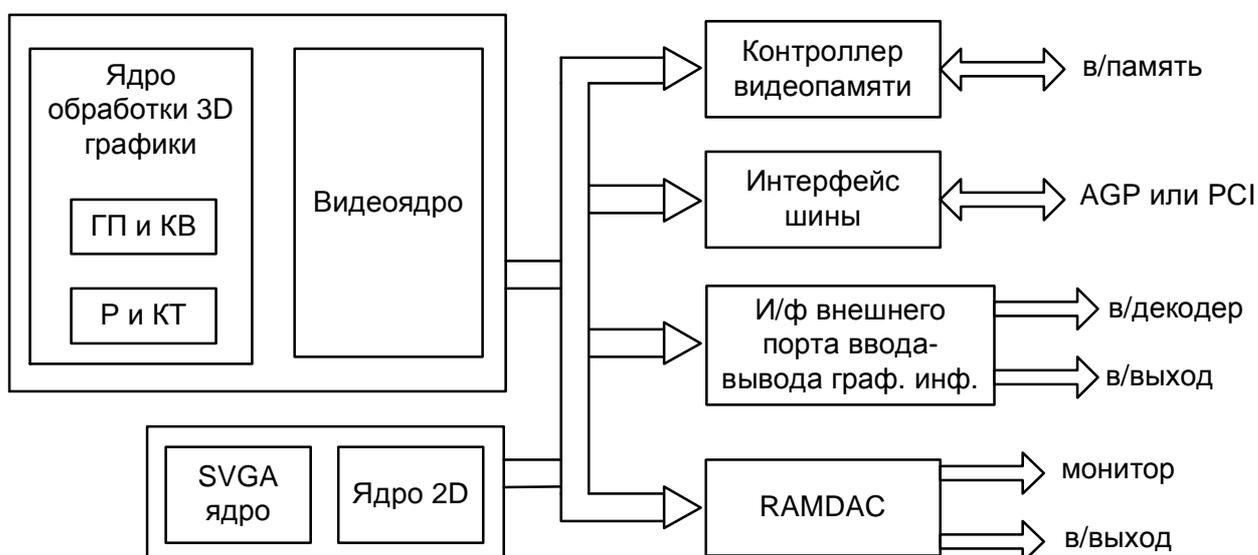
Спецификация 8x (200 г.)

Этот порт – двухточечный. Он используется для подключения видеосистемы.

## Структура видеосистемы.



## Структура графической платы с ускорителем.



Высокая производительность обеспечивается следующими **особенностями**:

1. Конвейеризация обращения к памяти
2. Сдвоенная, четырехкратная и восьмикратная скорость передачи данных
  - 1x - передача только по переднему фронту
  - 2x - по фронту и по спаду (Side Band Control) (SB-CTB)
  - Nx - это еще один сдвинутый сигнал по фазе (инверсный) - SB-STB#
3. Демультимплексирование или разделение шины адреса данных. Шина адреса в режиме демультимплексирования представляет 8 линий SBA по которой за 3 такта синхронизации передается 4 байта адреса, длина запроса 1 байт, команда - 1 байт.

Ранние версии AGP поддерживали не все:

- может не работать конвейеризация
- может не работать с текстурами

### Сигналы AGP

Все сигналы шины PCI и некоторые дополнительные сигналы.

Устройства подключения к AGP могут быть двойки

- функции AGP
- функции PCI

Устройства должны выполнять роль ведущих AGP и могут выполнять роль ведущего AGP+ведомого PCI, и могут быть ведущим устройством PCI. В режиме AGP устройство доступно только ОЗУ. Если в режиме PCI, то доступны: память, ввод-вывод, конфигурационное пр-во.

## Транзакции

В режиме PCI транзакции инициализируются ускорителем. Начинается с сигнала FRAME#. В этом режиме ШАД занята.

Транзакции чтения занимают больше тактов, чем транзакции записи, так как в режиме чтения надо обеспечить подключение памяти (запись без ожидания подтверждения).

Конвейерные транзакции AGP инициализируются ускорителем и адресованы к системе ОЗУ, эти транзакции ставятся в очередь на обслуживание и исполняются по мере возможности в зависимости от следующих причин:

- по уровню приоритета
- по порядку поступления запроса
- по готовности данных

Транзакции, адресуемые к устройству AGP обрабатываются им как ведомым устройством PCI, но в старых версиях (от 1 до 4) может быть быстрая запись в локальную память (Fast Write). В 8 версии эта возможность не реализуется. Fast Write инициализируется процессором.

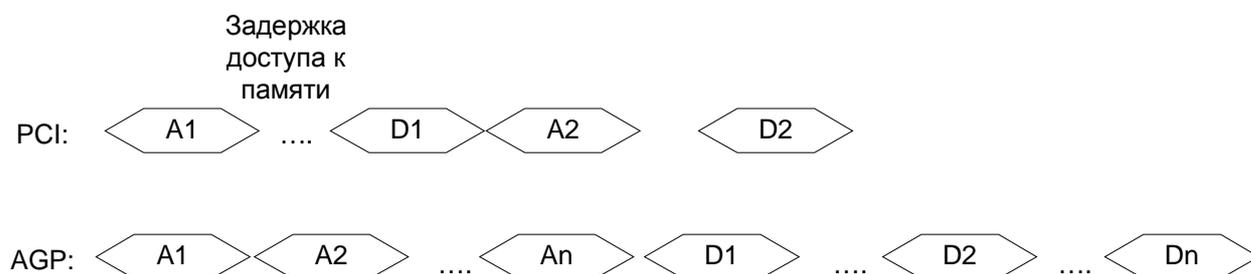
## Состояния порта:

1. IDLE - покой
2. TABLE - передача данных в виде конфигурированных транзакций
3. AGP - постановка в очередь команд AGP
4. PCI - выполнение транзакций в режиме PCI.

Из состояния покоя порт может вывести запрос транзакций PCI как со стороны графического ускорителя, так и со стороны системной платы и запроса AGP только со стороны ускорителя.

Состояние PCI - транзакция выполняется целиком, от передачи адреса и транзакционной команды до передачи такта.

Состояние AGP - ведущее устройство передает команды и адрес для транзакций или по сигналу PIPE# или через порт SBA. Команда ставится в очередь, задается новый адрес.



В очереди может быть 256 адресов и команд. Когда в порте есть необслуженные команды, прерывание происходит на границе данных.

### **Отличие транзакций AGP от PCI:**

1. Фаза данных отделена от фазы адреса
2. Используется собственный набор команд
3. Транзакции адресуются только к системной памяти, используя то же пространство физических адресов.
4. Транзакции могут иметь длину, кратную 8 байтам. Длина транзакции явно указывается в запросе.
5. Конвейерные запросы не гарантируют когерентности ОП. Для операций, требующих когерентности требуется шина PCI.

**Два способа передачи команд AGP** (каждый способ определяется текущей конфигурацией):

- запросы вводятся по адреса данных AD[31:0] и шины C/BE[3:0].

С помощью сигнала PIPE# по каждому фронту CLK, ведущее устройство передает очередное двойное слово запроса вместе с кодом команд. При подаче код команды кодируется C/BE.

На шине адреса помещается AD[31:3]. При этом определяется 9 команд.

- внеполосная передача - команды передаются через внеполосные линии адреса SBA[7:0]. Внеполосность означает, что эти сигналы используются вне зависимости от занятости шины AD. По этой шине SBA передаются 4-битные посылки 4 типов. Каждая посылка передается по фронту и по спаду за 2 приема синхронизации.

SBA зависит от режима:

1x - каждая часть передается по фронту

2x - для SBA используется отдельный строб. SB-STB по его спаду передается старшая часть, а по следующему фронту - младшая часть.  $f(SB-STB)=f(CLK)$ , но фаза различается (сдвиг по фазе).

4x - используется дополнительный инверсный строб SB-STB# (инверсный, срабатывает по нижнему уровню). Старшая - по SB-STB, а младшая - по SB-STB#. Частота стробов в 2 раза выше CLK. За счет этого - кратное увеличение скорости.

### **Передача данных в AGP.**

Порядок данных соответствует порядку ранее пришедших команд от ускорителя (запросов).

Имеются и независимые очереди для разных команд, чтение низкоприоритетных и высокоприоритетных команд, и запись низкоприоритетных и высокоприоритетных.

Фазы использования команд разных очередей могут передаваться (256 команд в очереди).

### **Приоритеты**

Запросы AGP с высоким приоритетом выше, чем запросы ЦП и ведущих устройств шины PCI.

Запросы AGP с низким приоритетом ниже, чем ЦП, но выше чем от остальных устройств.

### **Конфигурирование устройств в AGP**

Как у PCI выполнено через регистры конфигурационного пространства. Регистры состояния AGP сообщает свойства порта, причем поля от [31:0], адрес этого регистра CAP\_PTR+8

### **Электрический интерфейс.**

3 типа карт и портов AGP в зависимости от уровня питания буферных регистров:

1.  $U_n=3.3В$ - для этого карты ключи расположены 22-25(слот-перемычка, карта-вырез.)
2.  $U_n=1.5В$ -ключ 42-45
3. Универсальная карта, которая может поддерживать из напряжения.

Слот не имеет перегородок, а карта имеет два выреза.

Системная плата узнает  $U$  питания карты по сигналу TYPE\_DET#

На картах 3.3В контакт Vddg свободен, а на картах 1.5В и универсальных - заземлены.

Универсальная карта узнает о  $U_{пит}$  по уровню напряжения на контактах Vddg.

Существует спецификация **AGP\_PRO**. Описывает в 4 раза больше мощный коннектор. Он имеет дополнительный контакт с обеих сторон обычного коннектора AGP: GND и  $U_{п1}=3.3В$   $U_{п2}=12В$ . Обычная карта низко может быть установлена в AGP\_PRO, но не наоборот.

### **Отличия AGP 8x.**

1. Введен новый режим передачи по шинам SBA [7:0] и AD, обеспечивает пиковую производительность  $V=2,132Гб/с$
2. Исключены команды длинного чтения и записи
3. Исключают команды высокого приоритета, то есть приоритет одинаков для всех команд
4. Исключена подача команд с помощью сигнала PIPE
5. Меры по обеспечению когерентности кэша и данных
6. Несколько изменены протоколы передаваемых данных
7. Дополнительная возможность поддержки нескольких портов
8. Введение поддержки изохронных передач
9. Возможность поддержки разных размеров страниц, описывание в памяти и обеспечение когерентности при обращении к отдельным страницам.

## ТРАДИЦИОННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ПК

### Интерфейс RS-232C

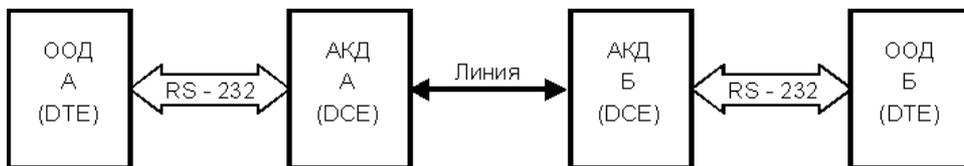
#### Общие характеристики.

Интерфейс RS-232C предназначен для подключения аппаратуры, передающей или принимающей данные (ООД — оконечное оборудование данных, или АПД — аппаратура передачи данных; DTE — Data Terminal Equipment), к оконечной аппаратуре каналов данных (АКД; DCE — Data Communication Equipment). Обеспечивает синхронные и асинхронные сигналы передачи данных.

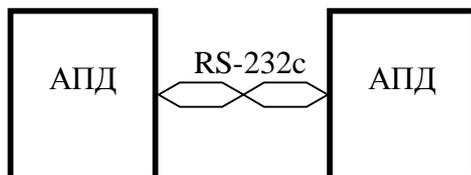
#### Схемы соединения АПД и АКД.

В роли АПД может выступать компьютер, принтер, плоттер и другое периферийное оборудование. В роли АКД обычно выступает модем. Конечной целью подключения является соединение двух устройств АПД.

1. Интерфейс позволяет исключить канал удаленной связи вместе с парой устройств АКД, соединив устройства непосредственно с помощью нуль-модемного кабеля.



#### 2. Асинхронный режим



#### Сигналы.

1. Передачи данных (TXD, RXD) - передача и прием данных.
2. Управляющие сигналы (RTS - запрос передачи, CTS - сброс передачи)
3. Сигналы синхронизации (ТС, RC) - используются в синхронном режиме. В асинхронном режиме используется 9 линий, вместо 25.
4. Остальные сигналы:

PG-защитная земля.

SG-сигнальная земля.

TD-передаются данные.

RD-принимаются данные.

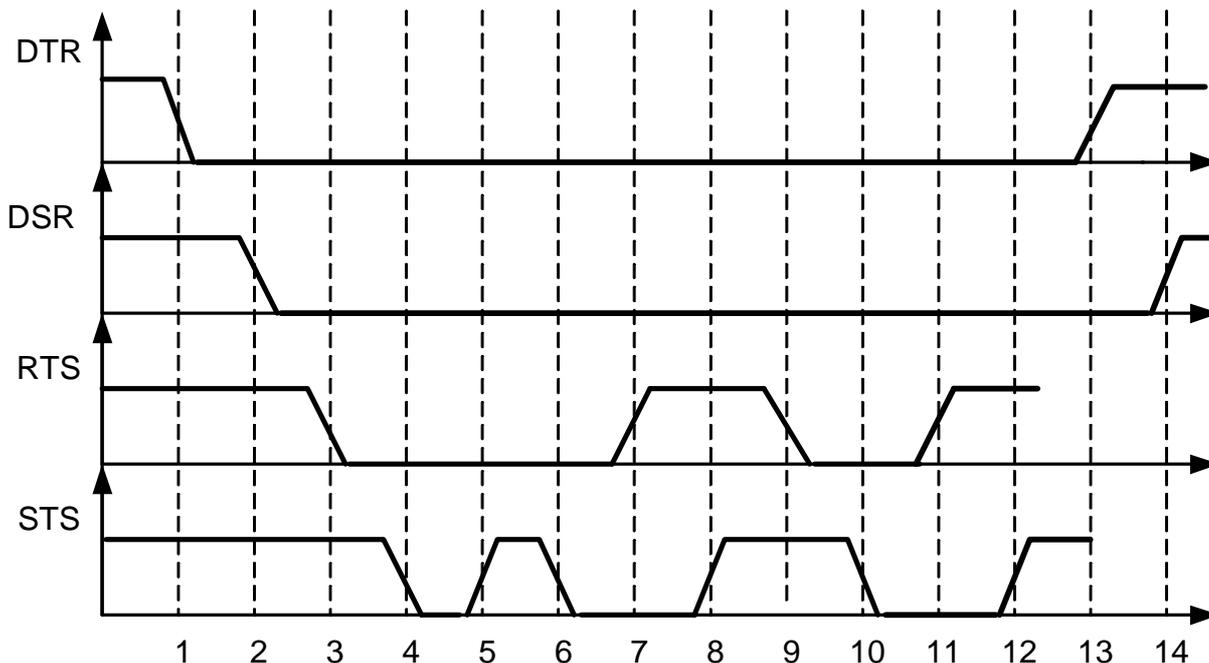
RTS-выход запроса передачи данных

CTS-вход разрешения терминалу передачи данных.

DSR-вход сигнала готовности от АПД.

DTR-выход сигнала готовности терминала к обмену данными.  
DCD-вход сигнала обнаружения несущей удаленного модема.  
RI-вход индикатора вызова.

#### Алгоритм управления.



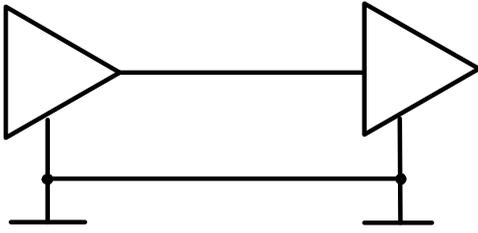
1. Установка DTR. Компьютер указывает на желание использовать модем.
2. Установка DSR. Модем сигнализирует о своей готовности установить соединение.
3. Сигналом RTS компьютер запрашивается разрешение на передачу.
4. Установкой STS модем разрешает передачу по линии.
5. Снятием STS модем сигнализирует о невозможности дальнейшего приема.

Компьютер должен приостановить передачу.

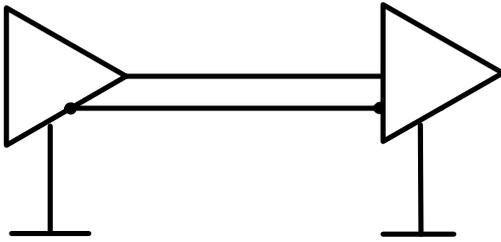
6. Сигналом STS модем разрешает продолжить передачу.
7. Снятие RTS может означать как заполнение буфера, так и отсутствие данных.
8. Сброс STS - модем подтверждает снятие RTS.
9. Компьютер повторно устанавливает RTS для возобновления передачи.
10. Модем подтверждает готовность к приему и передаче.
11. Компьютер указывает на завершение обмена.
12. Модем отвечает подтверждением (снятие STS).
13. Компьютер снимает DTR, что является сигналом разрыва соединения.
14. Модем "кладет трубку".

#### Родственные интерфейсы и преобразование уровня.

1. RS-232C V2.4 (L=15м, V=20 кб/с)

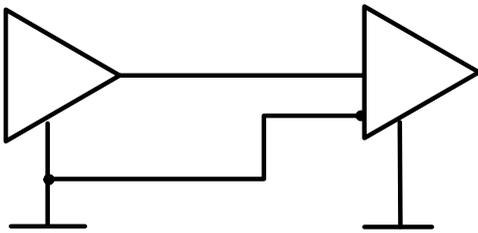


2. RS-422A (витая пара)



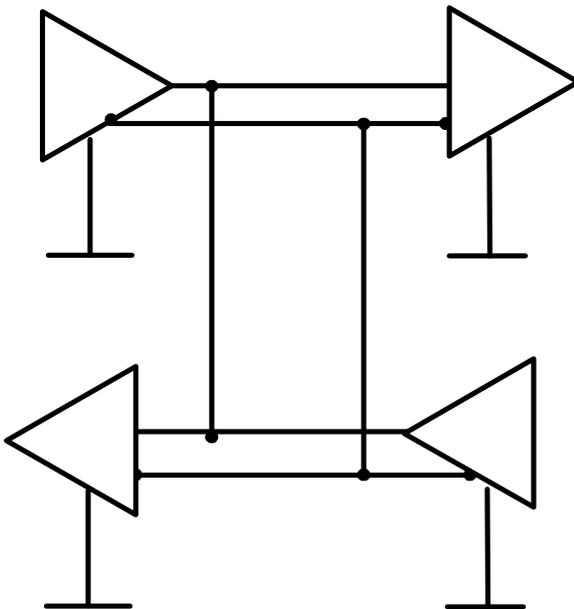
L=12 м V=10 Мб/с  
 L=120 м V=1 Мб/с  
 L=1200 м V=100 кб/с

3. RS-423A



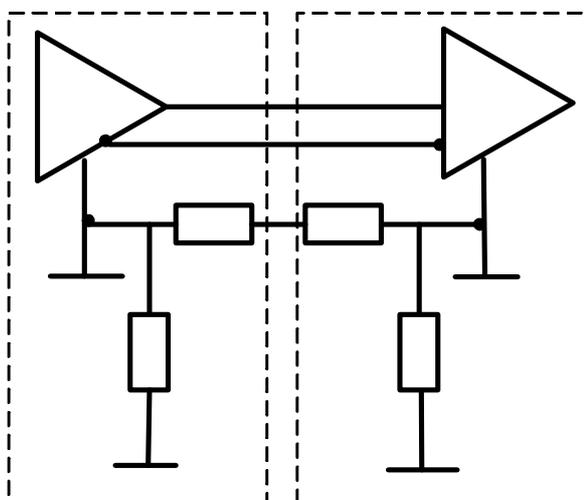
L=9 м V=100 кб/с  
 L=91 м V=10 кб/с  
 L=1200 м V=1 кб/с

4. RS-485 (дуплексная связь)



L=12 м V=100 Мб/с  
 L=120 м V=1 Мб/с  
 L=1200 м V=10 кб/с

## Соединение схем земель для интерфейсов RS-422A и RS-485



## Электрический интерфейс RS-232

Имеется несимметричный передатчик/приемник.

*Приемник:*

логич. "0": -12В ... -3В

логич. "1": +3В ... +12В

-3В ... +3В - зона нечувствительности.

*Передатчик:*

логич. "0": -12В ... -5В

логич. "1": +5В ... +12В

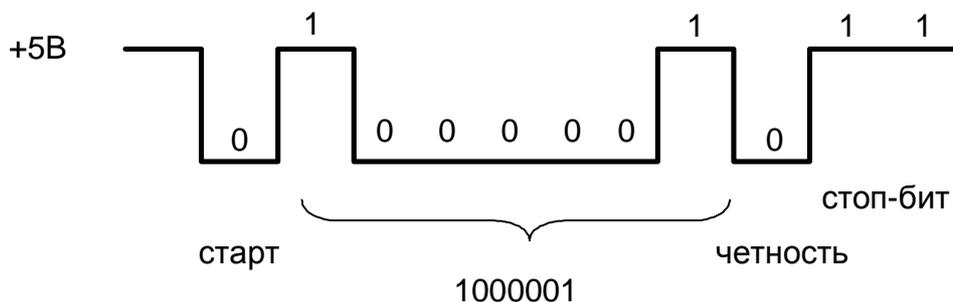
-5В ... +5В - зона нечувствительности.

Разность потенциалов между землями должна быть меньше 2В. Так же должно быть защитное заземление при питании от сети переменного тока.

## Асинхронный режим.

Асинхронный режим передачи является байт-ориентированным (символьно-ориентированным): минимальная пересылаемая единица информации — один байт (один символ). Передача каждого байта начинается со старт-бита, сигнализирующего приемнику о начале посылки, за которым следуют биты данных и, возможно, бит четности (Parity). Завершает посылку стоп-бит, гарантирующий паузу между посылками. Старт-бит следующего байта посылается в любой момент после стоп-бита, то есть между передачами возможны паузы произвольной длительности. Старт-бит, имеющий всегда строго определенное значение (логический 0), обеспечивает простой механизм синхронизации приемника по сигналу от передатчика. Подразумевается, что приемник и передатчик работают на одной скорости обмена. Внутренний генератор синхронизации приемника использует счетчик-делитель опорной частоты, обнуляемый в момент приема начала старт-бита. Этот счетчик генерирует внутренние стробы, по которым приемник фиксирует последующие принимаемые биты.

Пример: A=1000001



Формат асинхронной посылки позволяет выявлять возможные *ошибки передачи*.

- Если принят перепад, сигнализирующий о начале посылки, а по стробу старт-бита зафиксирован уровень логической единицы, старт-бит считается ложным и приемник снова переходит в состояние ожидания. Об этой ошибке приемник может не сообщать.
- Если во время, отведенное под стоп-бит, обнаружен уровень логического нуля, фиксируется ошибка стоп-бита.
- Если применяется контроль четности, то после посылки бит данных передается контрольный бит. Этот бит дополняет количество единичных бит данных до четного или нечетного в зависимости от принятого соглашения. Прием байта с неверным значением контрольного бита приводит к фиксации ошибки.
- Контроль формата позволяет обнаруживать обрыв линии: как правило, при обрыве приемник “видит” логический нуль, который сначала трактуется как старт-бит и нулевые биты данных, но потом срабатывает контроль стоп-бита.

### Аппаратный протокол управления потоком RTS/CTS (hardware flow control)

Использует сигнал CTS, который позволяет остановить передачу данных, если приемник не готов к их приему. Передатчик “выпускает” очередной байт только при включенной линии CTS. Байт, который уже начал передаваться, задержать сигналом CTS невозможно (это гарантирует целостность посылки). Аппаратный протокол обеспечивает самую быструю реакцию передатчика на состояние приемника. Микросхемы асинхронных приемопередатчиков имеют не менее двух регистров в приемной части — сдвигающий, для приема очередной посылки, и хранящий, из которого считывается принятый байт. Это позволяет реализовать обмен по аппаратному протоколу без потери данных. Аппаратный протокол удобно использовать при подключении принтеров и плоттеров, если они его поддерживают. При непосредственном (без модемов) соединении двух компьютеров аппаратный протокол требует перекрестного соединения линий RTS — CTS.

При непосредственном соединении у передающего терминала должно быть обеспечено состояние “включено” на линии CTS (соединением собственных линий RTS — CTS), в противном случае передатчик будет “молчать”.

## Программный протокол управления потоком XON/XOFF

Предполагает наличие двунаправленного канала передачи данных. Работает протокол следующим образом: если устройство, принимающее данные, обнаруживает причины, по которым оно не может их дальше принимать, оно по обратному последовательному каналу посылает байт-символ XOFF (13h). Противоположное устройство, приняв этот символ, приостанавливает передачу. Когда принимающее устройство снова становится готовым к приему данных, оно посылает символ XON (11h), приняв который противоположное устройство возобновляет передачу.

Время реакции передатчика на изменение состояния приемника по сравнению с аппаратным протоколом увеличивается, по крайней мере, на время передачи символа (XON или XOFF) плюс время реакции программы передатчика на прием символа (рис. 9). Из этого следует, что данные без потерь могут приниматься только приемником, имеющим дополнительный буфер принимаемых данных и сигнализирующим о неготовности заблаговременно (имея в буфере свободное место).

Преимущество программного протокола заключается в отсутствии необходимости передачи управляющих сигналов интерфейса — минимальный кабель для двустороннего обмена может иметь только 3 провода.

Недостатком, помимо обязательного наличия буфера и большего времени реакции (снижающего общую производительность канала из-за ожидания сигнала XON), является сложность реализации полнодуплексного режима обмена. В этом случае из потока принимаемых данных должны выделяться (и обрабатываться) символы управления потоком, что ограничивает набор передаваемых символов.

## Микросхемы асинхронных приемопередатчиков (UART).

Микросхема Intel i8250:

8250 - имела ошибки

8250A - потеряна совместимость с другими микросхемами

8250B - исправлены ошибки и возвращена совместимость.

Эти микросхемы имеют небольшое быстродействие. В связи с этим выпущена новая серия: NC 16450, NC 16550, NC 16550A, которая используется до сих пор. В них повышено быстродействие. Но они не имеют полной совместимости.

Микросхема NC 16550A - это набор из 12 регистров, доступ к которым определяется адресом смещения относительно базового адреса порта.

*Регистры:*

1. THR - промежуточный регистр данных передатчика (это данные, которые будут переданы).

2. RBR - буферный регистр передаваемых данных для чтения.

3. DLL - регистр младшего байта делителя частоты.

4. DLM - регистр старшего байта делителя частоты.

Делитель частоты определяется по формуле:  $D=115200/V$ , где  $V$  - скорость передачи.

$F_{\text{вх синхр}}=1,8432 \text{ МГц}$

5. IER - регистр разрешения прерываний

6. MR - регистр идентификации прерываний и признак режима FIFO (для чтения).

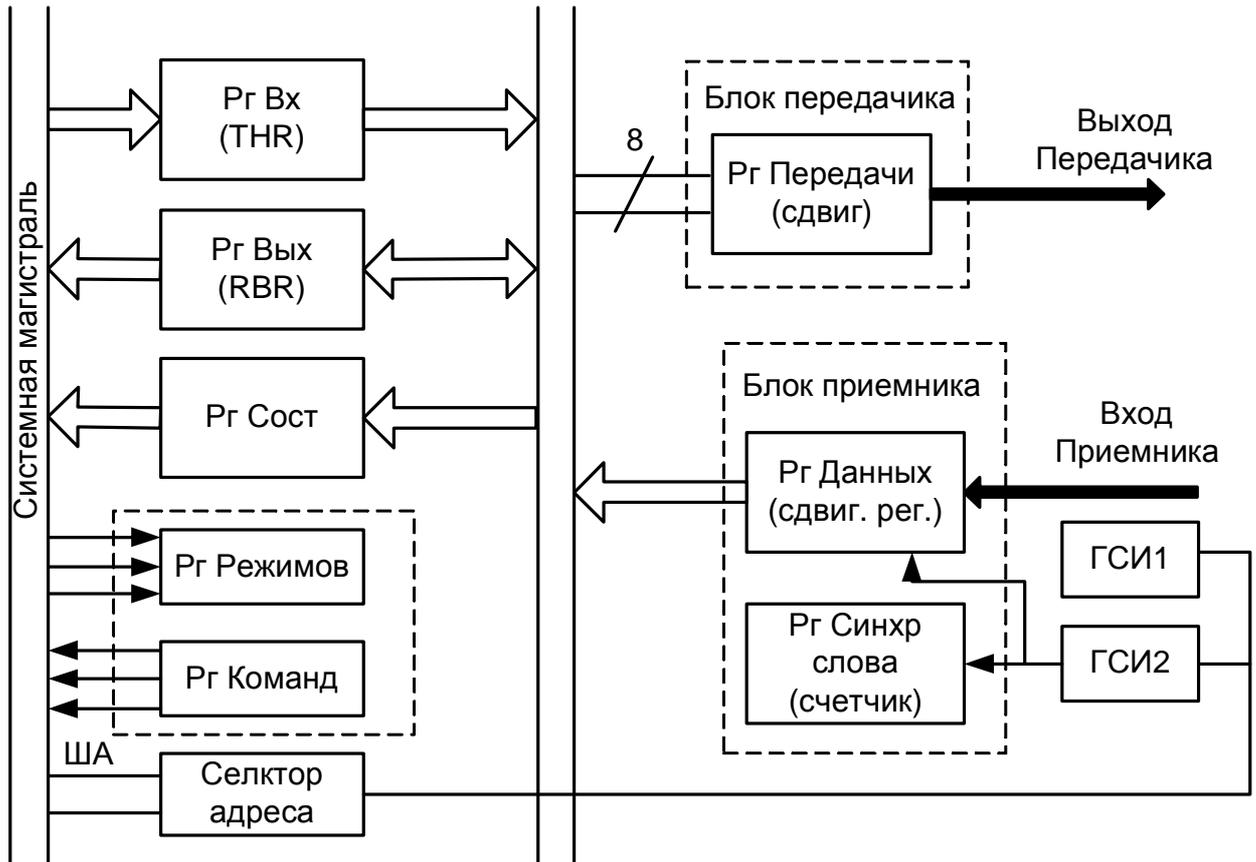
Четырехуровневая система приоритетов.

7. FCR - регистр управления FIFO (для записи).

8. LCR - регистр управления линией.

- 9. MCR - регистр управления модемом.
- 10. LSR - регистр состояния линии.
- 11. MSR - регистр состояния модема.
- 12. SCR - рабочий регистр.

### Упрощенная схема UART.



### COM-порт.

#### Системная поддержка COM-портов.

Этот порт поддерживается прерыванием BIOS - 14h. применяется взаимодействие с портом на уровне регистров.

*Функции, которые поддерживает прерывание 14h.*

1. Инициализация, при которой устанавливается скорость обмена, формат посылок, запрет/разрешение источников прерывания.
2. Вывод символов активизируется сигналами DTR и RTS. После освобождения регистра THR, в него помещается выводимый символ.
3. Ввод символа: активизируется только сигнал DTR, а RTS - пассивен и ожидает готовности приема данных.
4. Опрос состояния модема и линии - читаются регистры MSR и LSR.

В начале процесса тестирования BIOS проверяет наличие COM-портов и помещает их базовые адреса в ячейки BIOS DATA AREA.

COM1 - 0:0400, COM2 - 0:0402, COM3 - 0:0404, COM4 - 0:0406. (0 - адрес сегмента, 0400 - адрес внутри сегмента)  
В ячейки 0:047C, 0:047D, 0:047E, 0:047F заносятся константы TimeOut для портов (1 байт)

Порт инициализируется для скорости 2400 бит/сек. 7 бит - данные с контроллера о четности, 1 строб-бит, управляющие сигналы.

### **Управление портом.**

Управление портом разделяется на 2 этапа:

1. Предварительное конфигурирование.
2. Изменение текущего состояния в процессе работы (переключение режимов работы прикладного или системного ПО).

Конфигурируются следующие параметры:

- базовый адрес (3F8h, 2F8h, 3E8h, 2E8h)
- используемые линии запросов на прерывания (либо та, либо другая)  
COM1, COM3 - IRQ4, IRQ11  
COM2, COM4 - IRQ3, IRQ10
- определяется канал DMA (разрешение использования и номер канала). Использование DMA неэффективно, так как скорость порта мала.

### **Использование COM-портов.**

COM-порт используется для подключения:

- манипуляторов (мышь, клавиатура)
- внешних модемов
- связь 2 компьютеров
- электронные ключи
- для подключения PC в терминал (подключение к MainFrame)
- использование как двунаправленного интерфейса (3 программно-управляемых выходных линии TD, DTR, RTS и 4 программно-читаемых выходных линии CTS, DSR, DCD, RI)

### **COM-порт и PnP.**

Современные устройства могут поддерживать этот режим. Инициализация подключаемого устройства реализуется с помощью несложного протокола.

При такой инициализации обеспечивается прием идентификатора устройства (строка до 256 символов, при этом строка должна иметь маркер начала (28h или 08h) и конца (29h или 09h). Между ними - тело идентификатора в стандартизированном формате).

### **Интерфейс Centronics IEEE-1284 и LPT-порт**

Порт параллельного интерфейса. Изначально предназначен для принтера. Но в результате развития приобрел многовариантность и многорежимность.

Базовыми адресами порта могут быть 3 значения:

- 3BCh
- 378h
- 278h

Запросы прерываний:

- IRQ7
- IRQ5

Шины порта:

- ШД - 8 бит
- ШУ - 4 бита
- ШСост - 5 бит

Прерывание BIOS: INT 17h

Порт имеет 3 восьмибитных регистра данных:

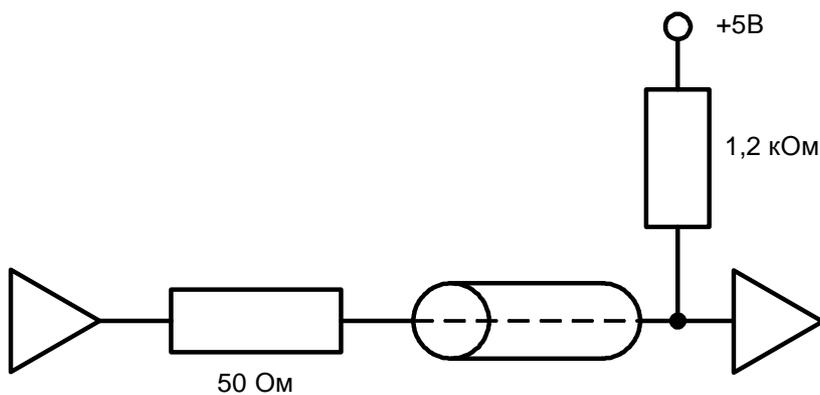
- RGD (BASE)
- SRG (BASE+1)
- CRG (BASE+2)

#### Схемы соединения.

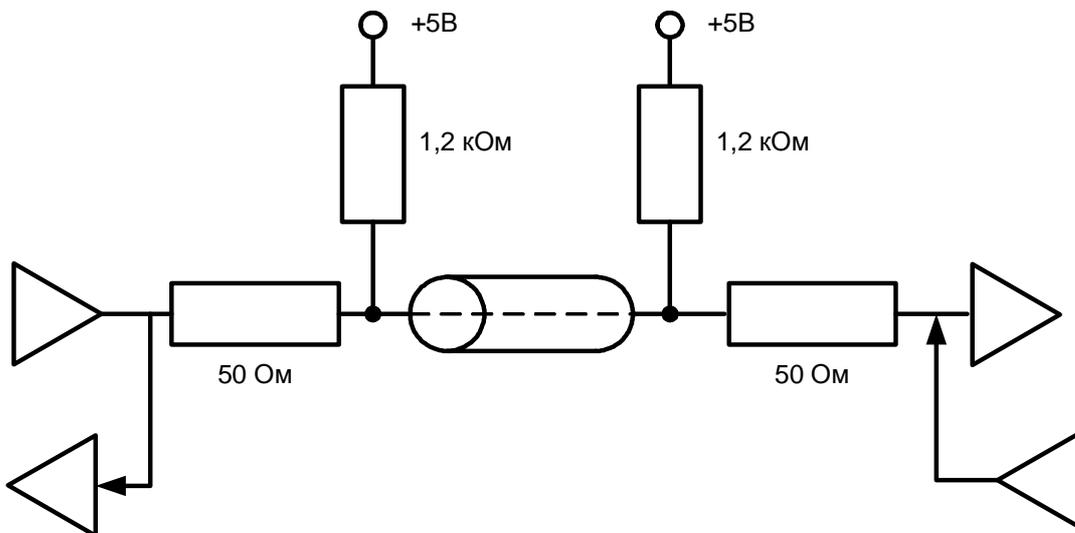
Определяют 2 уровня совместимости.

1. Для медленных устройств (обеспечивают смену направлений данных).
2. Для быстрых широкополосных устройств (с длинными кабелями).

- односторонняя передача



- двунаправленная передача



### Электрические параметры.

*Параметры передатчика:*

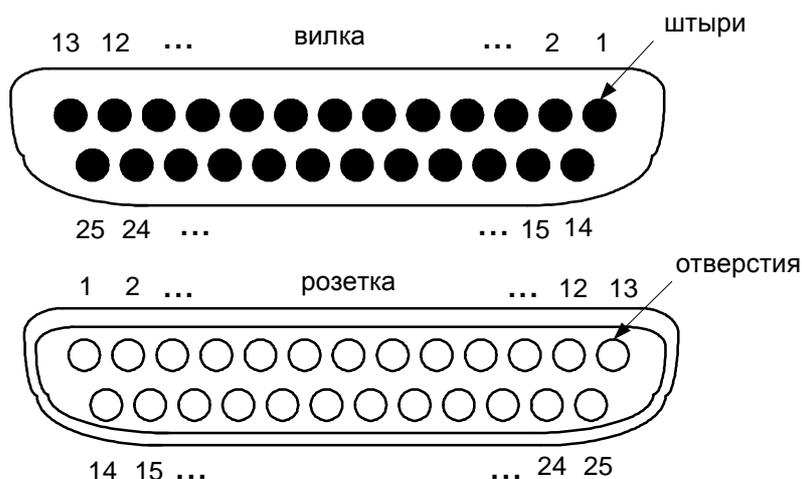
1. Уровни сигналов  
- без нагрузки  $U_{с б/н} = 0,5 - 5,5 \text{ В}$   
- под нагрузкой  $I_n = 14 \text{ мА}$   
 $U_{с п/н} \geq 2,4 \text{ В}$  - "1" (уровень ОН)  
 $U_{с п/н} \leq 0,4 \text{ В}$  - "0" (уровень ОЛ)
2. Выходной импеданс  
 $R_{вых} = 50 \pm 5 \text{ Ом}$
3. Скорость нарастания импульса  
 $\tau = 0,05 - 0,4 \text{ В/нс}$  (10-20% от тимп)

*Параметры приемника:*

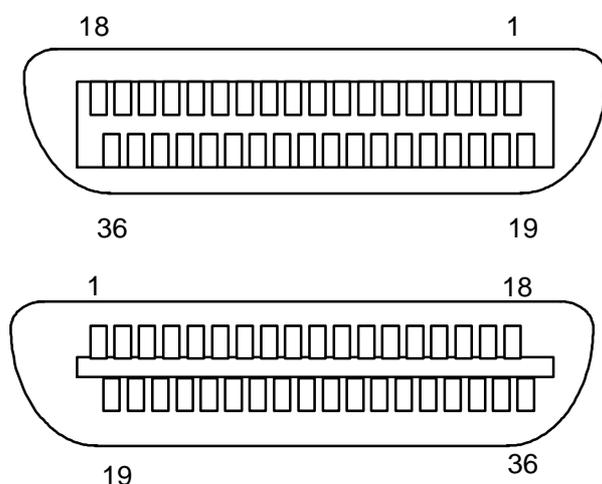
1. Допустимое пиковое значение сигнала  
 $U_{пик} = -2\text{В}...+7\text{В}$
2. Пороги срабатывания  
 $U_{п"1"} = 2 \text{ В}$   
 $U_{п"0"} = 0,8 \text{ В}$
3. Входной ток  
 $I_{вх} \leq 20 \text{ мкА}$  (при больших токах не гарантируется нормальная работа интерфейса)
4. Входная емкость  
 $C_{вх} \leq 50 \text{ пФ}$

## Конструктивы (разъемы).

- штырьковый (25 контактов) IEEE-1284А



- контактный IEEE-1284-B



- разъем высокой плотности IEEE-1284-C  
Такой же, как IEEE-1284-B, только меньше

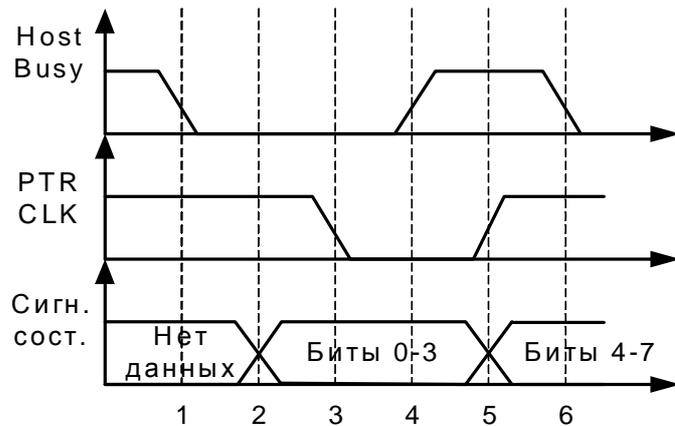
## Режимы работы IEEE-1284

1. Режим совместимости - однонаправленный вывод по протоколу Centronics (соответствует стандарту порта SPP).
2. Полубайтный режим - ввод байта в два цикла по 4 бита (использует для приема линии состояния). Используется в любых адаптерах портах.
3. Байтный режим - ввод байта целиком. Используется в портах, допускающих чтение выходных данных.
4. Режим EPP - используется в портах, имеющих такое же название. Двухнаправленный вывод данных. Управление шиной генерируется аппаратно во время цикла обращения к порту. Имеет повышенную скорость обмена. Используется для обмена с внешними накопителями и адаптерами локальных сетей.

5. Режим ECP - двунаправленный обмен данными с возможностью сжатия данных по методу RLE. Самый быстродействующий. Использует FIFO-буферы и DMA.

Режимы задаются в BIOS Setup.

*Временная диаграмма полубайтного режима.*

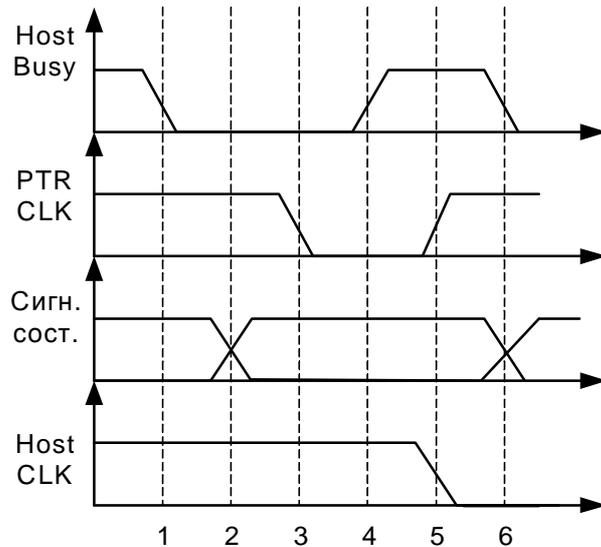


1. По сигналу Host Busy - установка низкого уровня
2. На линии состояния появляется сигнал
3. Данные - биты (0÷3)
4. Host устанавливает высокий уровень, указывая на занятость приемом и обработкой 4-битной тетрады.
5. ПУ снимает сигнал о готовности.
6. ПУ снимает данные.

"+" - возможность работы на любых портах

"-" - малая скорость (50 кб/с)

*Временная диаграмма двунаправленного байтного режима.*



1. Установка низкого уровня
2. Установка данных
3. Установка PTR CLK
4. Изменение Host Busy.
5. Установка режима Host CLK

Скорость обмена = 150 кБ/с, но работает только на двунаправленных портах.

*Режим EPP.*

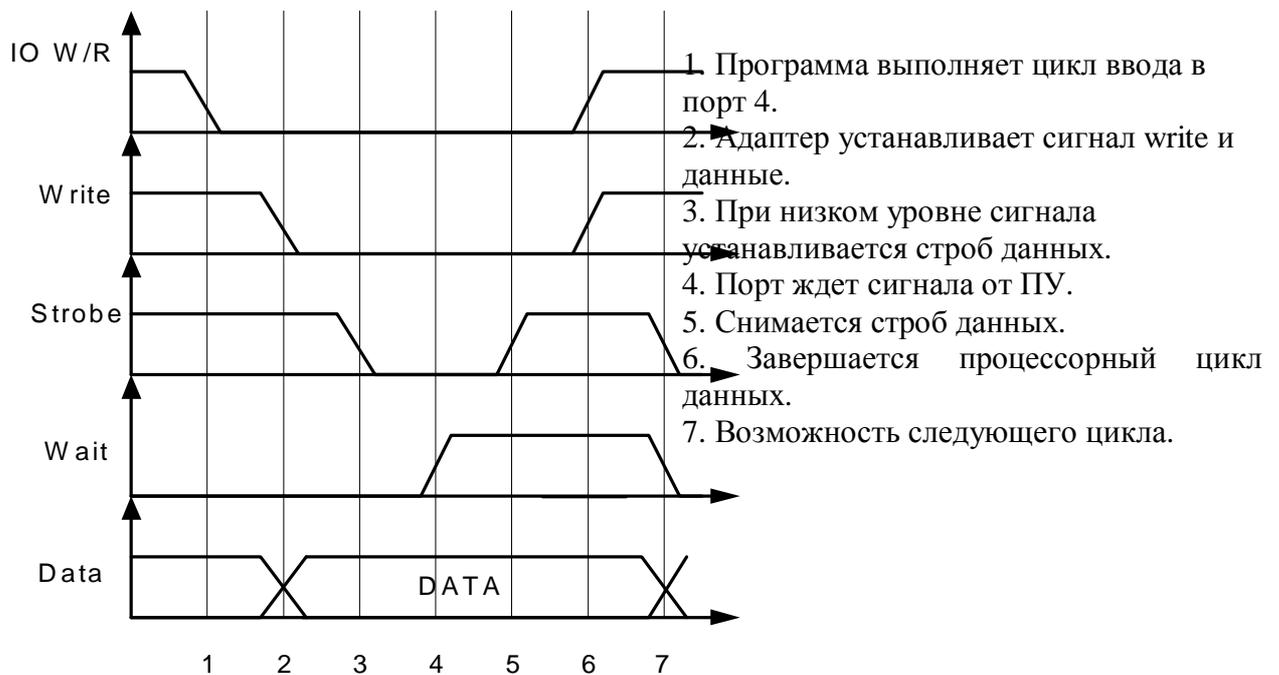
Циклы обмена:

1,2 - запись/чтение данных

3,4 - запись/чтение адреса

Циклы обмена данными и адресами различаются стробирующими сигналами. Имеется расширенный набор регистров (8). Этот порт реализует сигналы аппаратно.

### Цикл записи данных:



При записи *адреса*, данные устанавливаются на 4 такте. Стробирующий сигнал проходит по другой линии. Скорость существенно выше - от 0,5 до 2,5 МБ/с.

### *Режим ECP.*

Этот режим характеризуется высокими скоростями. Порт более стандартизован. Канальная адресация.

### 2 типа циклов:

1. Циклы записи/чтения данных
2. Командные циклы:
  - передача канальных адресов
  - передача счетчиков RLC

### **Конфигурирование портов.**

Различают:

- предварительное конфигурирование аппаратных средств (SETUP).
- текущее переключение режимов работы порта - осуществляется прикладным ПО.

*Способы конфигурирования аппаратных средств:*

1. Базовый адрес может принимать 3 значения:
  - 3BCh (LPT1)
  - 378h (LPT2)
  - 278h (LPT3)
2. Линии запросов на прерывания:  
LPT1 - IRQ7

LPT2 - IRQ5

LPT3 - IRQ3

3. Использование канала DMA. Здесь конфигурируются наличие разрешения и номер канала.

4. Параллельные режимы работы порта.

- SPP - стандартный режим [000]

- PS/2 - возможность реверса канала [001]

- Fast Centronics - аппаратное формирование протокола Centronics с использованием FIFO-буфера и DMA [010]

- EPP - режим работает либо по обычному режиму, либо по IPP, в зависимости от используемого регистра [100]

- ECP - универсальный. Может переводиться в любой режим. По умолчанию [011]

- ECP+EPP - совместный

### **Системная поддержка порта и функции BIOS.**

При начальном тестировании BIOS проверяет наличие порта и помещает адреса в счетчик BIOS по заданным адресам. Адреса обнаружения LPT-портов: 0408h, 040Ah, 040Ch, 040Eh. Если порт не обнаружен, то по этому адресу записывается "0".

В адреса 0478h, 0479h, 047Ah, 047Bh заносятся соответствующие TimeOut для этих портов.

Программное прерывание 17h. Есть возможность написания собственных драйверов.

В зависимости от содержимого АН:

- 00h - вывод символа из регистра AI по протоколу Centronics в принтер

- 01h - инициализация интерфейса и принтера.

- 02h - опрос состояния принтера.

*Поддержка PNP для параллельных портов:*

На аппаратном уровне необходим соответствующий контроллер. Если ПУ поддерживает PNP, то оно может сообщить о себе идентификатор производителя, идентификатор модели и набор поддерживаемых команд. ОС предпримет действия по установке соответствующего ПО. Если ОС обнаружит устройство, отличное от того, что записано в реестре для данного порта, то она попытается установить соответствующий драйвер. Если ОС не замечает устройство, то неисправен либо кабель, либо само устройство.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

### Интерфейс USB.

Имеет 4 или 5 контактов.

Universal Serial Bus - универсальная последовательная шина. Является промышленным стандартом. Предназначена для подключения многих устройств.

#### **Особенности и преимущества USB.**

1. Легко реализуемое расширение периферии PC.
2. Дешевое решение, поддерживающее высокие скорости передачи (до 12 Мбит/с)
3. Полная поддержка в реальном времени передачи аудио и сжатых видеоданных.
4. Гибкость протокола смешанной передачи изохронных данных и асинхронных сообщений.
5. Интеграция с выпускаемыми устройствами.
6. Доступность PC всех конфигураций и размеров.
7. Обеспечение стандартного интерфейса хорошего качества.
8. Создание новых классов устройств, расширяющий PC.
9. Широкий спектр подключаемых ПУ.

#### **Особенности с точки зрения пользователя.**

1. Простота кабельного соединения.
2. Скрытие подробностей электрического подключения от конечного пользователя.
3. Самоидентифицирующиеся ПУ, автоматическая связь устройств с драйверами и конфигурирование.
4. Возможность динамического подключения и конфигурирования ПУ.

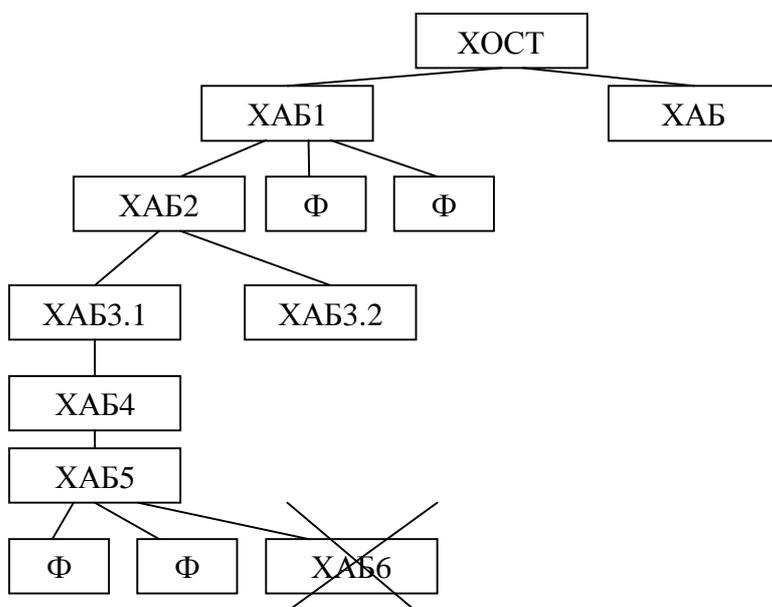
#### **Скорости.**

LS (Low Speed) - низкая - 1,5 Мб/с (USB1.0)

FS (Full Speed) - полная - 12 Мб/с (USB1.0)

HS (High Speed) - высокая 480 Мб/с (USB2.0)

## Структура USB и организация шины.



Ф-функция (ПУ или часть ПУ). 5 уровней хабов (больше нельзя).

Все подключенные устройства могут обслуживаться хостом одновременно.

Такая структура называется многоярусной звездой: каждый кабельный сегмент соединяет 2 точки (хаб с хабом или хаб с функцией)

Примеры функций:

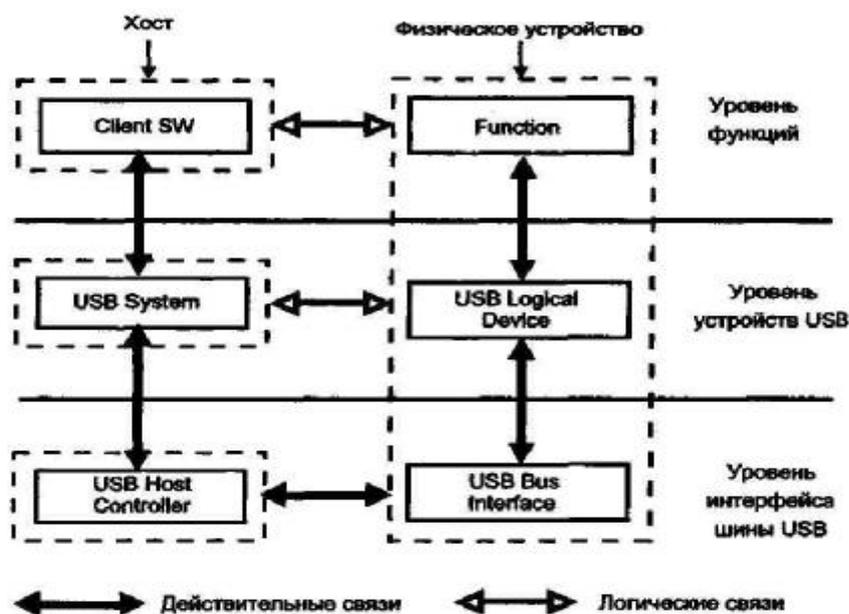
- указатели
- сканеры
- принтеры

### Правила и уровни взаимодействия между хостом и ПУ:

3 уровня взаимодействия:

1. Верхний – уровень функций. В хосте для уровня функций существует программная часть Client SW. Он взаимодействует с функцией Function (виртуальное взаимодействие на уровне данных).

USB-system взаимодействует виртуально с USB Logical Device.



2. Уровень устройств USB
3. Уровень интерфейса шины

### Элементы структуры.

*Физическое устройство USB* – устройство на шине, выполняющее функции интерфейса конечного пользователя.

*Client SW* – ПО, соответствующее конкретному устройству, исполняемое на хосте. Может являться составной частью ОС или отдельным ПО (драйвер) устройства.

*USB System SW* – системная поддержка USB, независимая от конкретных устройств (драйвер шины)

*USB Host Controller* – аппаратно-программные средства для подключения устройств USB к хост-компьютеру.

### Физический интерфейс

Физический интерфейс включает в себя 4 провода:

- 2 провода – сигнальные
- 1 провод – земля
- 1 провод – напряжение питания

- 1 контакт – напряжение  $U_{bus}$  ( $U_{пит}=\pm 5V$ )
- 2 контакт – D+
- 3 контакт – D-
- 4 контакт – земля

## Соединение

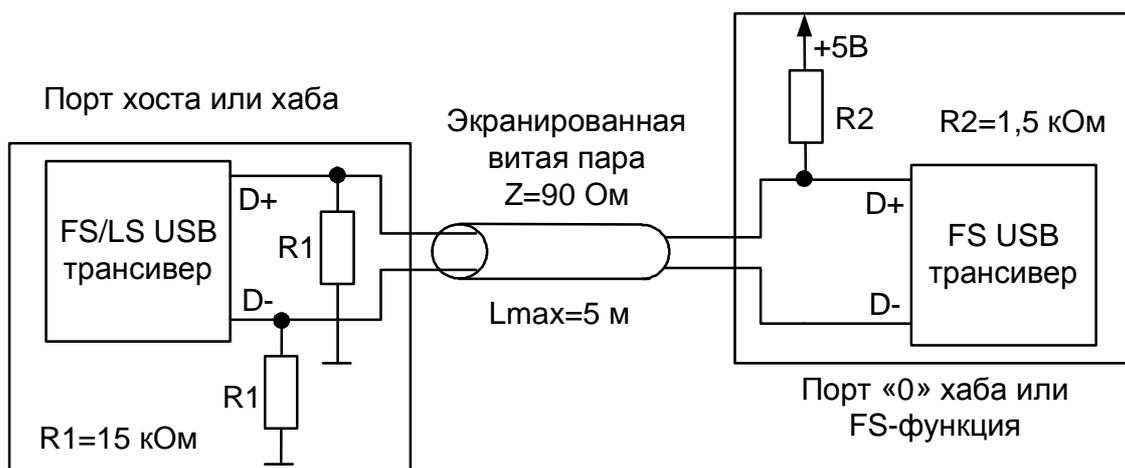
2 вида соединения:

- витая пара (макс. длина 5 м) – экранированная
- невитая пара – неэкранированная

Различие в качестве и дальности проводов.

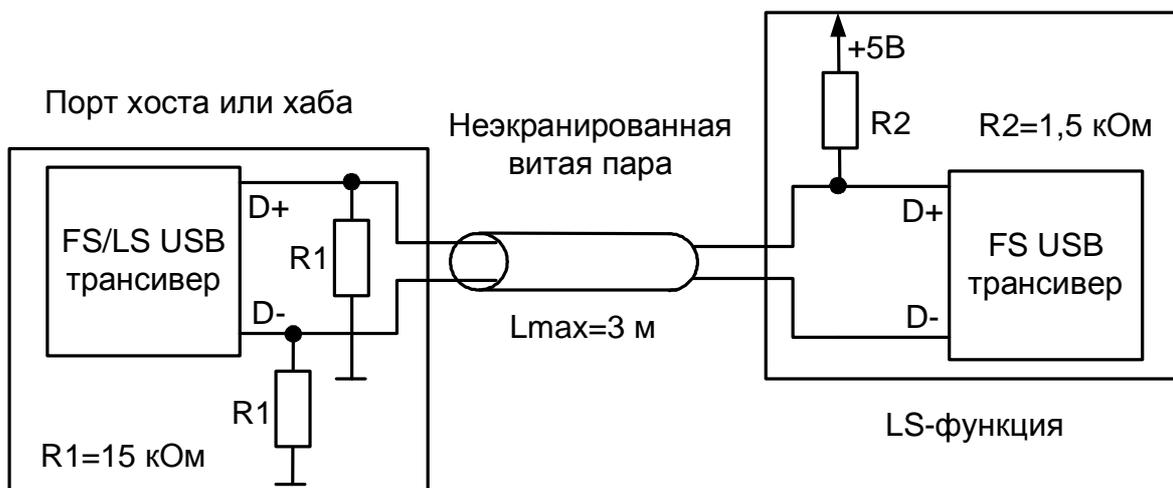
### Витая пара:

Такое подключение для полноскоростных устройств (полная и высокая скорость)



### Невитая пара:

Если LS-функция, то можно ограничиться невитой неэкранированной парой (3 м)

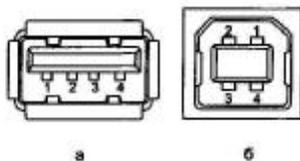


Кабели 2 типов:

Тип А – для подключения к хабам устройств, неотсоединяемых на своем конце (мышь, клавиатура)

Тип В – для устройств, у которых кабель может отсоединяться (принтер, сканер)

Разъемы типов "А" и "В" различаются механически, что исключает недопустимые петлевые соединения портов хабов. Четырехконтактные разъемы имеют ключи, исключающие неправильное присоединение. Конструкция разъемов обеспечивает позднее соединение и раннее отсоединение сигнальных цепей по сравнению с питающими. Для распознавания разъема USB на корпусе устройства ставится стандартное символическое обозначение.



Гнезда USB: а - типа "А", б - типа "В"

Питание устройств USB возможно от кабеля (Bus-Powered Devices) или от собственного блока питания (Self-Powered Devices). Хост обеспечивает питанием непосредственно подключенные к нему ПУ. Каждый хаб, в свою очередь, обеспечивает питание устройств, подключенных к его нисходящим портам. Максимальная потребляемая мощность ограничена: в сумме не более 500 мА (т.е. каждое устройство не более 100 мА)

$U_{пер}^0 \leq 0,3В$

$U_{пер}^1 \geq 2,8В$

$U_{пр}^0 < 0,5В$

$U_{пр}^1 < 3,8В$

Передача должна иметь возможность перевода в высокоимпедансное состояние.

### **Модель передачи данных.**

Устройство USB – набор конечных точек. Конечная точка имеет свой номер и описывается следующими параметрами:

1. Требуемая частота доступа к шине или дополнительная задержка.
2. Требуемая полнота пропускания канала. Номер точки.
3. Требования к обработке ошибок.
4. Максимальные размеры передаваемых и принимаемых пакетов.
5. Тип обмена (тип передачи)
6. Направление обмена при передаче массивов и изохронных передачах.

Конечная точка с номером 0 используется для инициализации общего управления и опроса состояния устройства. Конфигурируется при включении питания.

Низкоскоростные – 2 точки

Полноскоростные – 16 точек ввода и 16 точек вывода

Каналы (pipe) – модель передачи данных между конечной точкой и хост-контроллером.

Могут быть каналы 2 видов:

- потоки
- сообщения, массивы

Поток может реализовать следующие виды обмена:

1. Сплошной
2. Изохронный
3. Прерываний

Сообщение имеет формат, определенный USB. Хост посылает запрос к контрольной точке, после которого передает пакет сообщения и информацию о состоянии конечной точки (квитанция о приеме)

### Типы передачи данных.

4 базовых типа передачи данных:

1. Управляющие посылки – используются для конфигурирования во время подключения или для управления устройствами в процессе работы. Обеспечивает гарантированную доставку данных. Длина поля данных: FS:  $L \leq 4$ Б, LS:  $L \leq 8$ Б.
2. Сплошные передачи или передача массива данных – это передача больших пакетов без жесткого требования по времени передачи. Поле данных имеет длину:  $L=8, 16, 32, 64$  Б. Они занимают свободный остаток пропускной способности канала, следовательно, имеет самый низкий приоритет.
3. Прерывания – они должны обслуживаться быстро по мере поступления. Длина поля данных: FS:  $L < 64$ Б, LS:  $L < 8$ Б. Установлены пределы времени обслуживания: LS:  $t=10 \dots 25$  мс, FS:  $t=1 \dots 255$  мс, HS:  $t > 225$  мс.
4. Изохронные передачи – непрерывные передачи в реальном времени. Занимают предварительно согласованную часть полосы шины и имеют заданную задержку доставки. Скорость передачи для полной скорости (FS) = 1,023 МБ/с, то есть передача займет 70% канала. Скорость передачи для высокой скорости (HS) = 24 МБ/с (та же занятость шины). Передача видео и аудио в реальном времени.

Полная пропускная способность шины делится между всеми каналами. Если новый канал требует ширину полосы, которой нет в распоряжении, то этот канал не будет открыт. Чем больше пропускная способность, тем больше буфер. Все устройства должны иметь буфер.

### Протокол обмена.

Весь обмен происходит кадрами. Кадр состоит из транзакций. Транзакция состоит из пакетов. Пакеты бывают 3 типов:

- пакет-маркер,
- пакет данных,
- пакет-подтверждение (квитанция). На изохронных передачах этот пакет отсутствует.

Параметры кадра

- FS, LS: Длительность=1мс, частота=1кГц
- HS: Длительность=125нс, частота=8кГц

Каждая транзакция планируется контроллером и идентифицируется по следующим параметрам:

1. Наличие пакета-маркера. Он описывает тип и направление передачи, адрес устройства и номер конечной точки.
2. Источник данных, определяемый маркером. Передает пакет данных или уведомление об отсутствии данных для передачи.

3. После успешного приема пакета источник приписывает подтверждение, причем может быть получен отказ от приема данных, если буфер переполнен.

### **Обнаружение ошибок.**

Для обнаружения ошибок передачи каждый пакет имеет контрольные поля CRC-кодов (позволяет точно обнаружить двойные ошибки). При обнаружении ошибки контроллер производит 3-кратную попытку передачи.

**Устойчивость к ошибкам** обеспечивают следующие свойства USB:

1. Высокое начало сигнала, достигаемое за счет дифференциации сигнала приемопередатчика и экранированных кабелей.
2. Защита полей управления и данных с помощью CRC-кодов.
3. Обнаружение подключения-отключения устройств и конфигурирование ресурсов на системном уровне.
4. Самовосстановление протокола с TimeOut при утере данных.
5. Управление потоком для обеспечения изохронности и управления аппаратными буферами.
6. Независимость одних функций от неудачных обменов других функций.

### **Форматы пакетов.**

Биты передаются последовательно, начиная с младшего.

Пакет начинается с поля синхронизации: KJKJKJKK. Последние 2 бита KK-маркер начала пакета (SOP). Далее идет идентификатор пакета – 4-битовое поле (PID) [3:0]. Далее этот идентификатор PID в инвертированном виде [3:0].

Итого: KJKJKJKK|PID|инв(PID)

*Всего типов пакетов 9 (4 класса):*

4 типа объединяют в класс **Token**:

- OUT - 0001 – адрес функции и номер конечной точки - маркер транзакции функции
- IN - 1001 - адрес функции и номер конечной точки – маркер транзакции хоста
- SOF - 0101 – маркер начала кадра
- SETUP - 1101 - адрес функции и номер конечной точки – маркер транзакций с управляющей точкой

Класс **Data** – пакеты данных с четным и нечетным PID чередуются для точной идентификации подтверждений:

- Data OUT - 0011
- Data IN - 1011

Класс **HandShake** – подтверждения:

- ACK – 0010 – подтверждение безошибочного приема пакета
- NAK – 1010 – приемник не смог принять или передать.
- STALL – 1110 – конечная точка требует вмешательства хоста.

Класс **Special**:

- PRE – преамбула передачи на низкой скорости - 1100

## Примеры следования бит в пакетах транзакций

SYNC	SETUP	ADDR	ENDP	CRC5	EOP	IDLE	paket 16
SYNC	PRE	IDLE					paket 17
SYNC	DATA0	DATA	CRC16	EOP	IDLE		paket 18
SYNC	ACK	EOP	IDLE				paket 19
SYNC	IN	ADDR	ENDP	CRC5	EOP	IDLE	paket 20
SYNC	DATA1	DATA	CRC16	EOP	IDLE		paket 21

**sync** - Все пакеты начинаются с поля синхронизации SYNC. Оно является кодированной последовательностью, которая генерирует максимальную плотность границ передач. Оно используется входной схемой для выравнивания входных данных с локальными часами и определено как последовательность из 8 бит SYNC->00000001;

**setup** - Идентификатор пакета PID следует непосредственно за SYNC полем каждого пакета USB. PIDS разделены на 4 кодовые группы: маркер, данные, квитирование и специальные. Тип PID SETUP относится к маркерным пакетам, он определяет адрес+номер конечной точки функции для установки ее в точку управления хост-контроллером. SETUP состоит из 4 бит, SETUP->1101;

**addr** - Поле адреса функции (ADDR) определяет адрес функции, которая является источником или приемником пакета данных, в зависимости от значения маркера PID. Поле ADDR определено для маркеров IN, SETUP и OUT. Каждое значение ADDR определяет единственную функцию. Поле ADDR состоит из 7 бит и может определять до 128 функций;

**endp** - маркер конца пакета. Состоит из 4 бит и вставляется только в конце маркерных пакетов перед данными CRC;

**crc5** - Для проверки целостности пришедших пакетов используются поля с контрольными суммами CRC. Для маркерных пакетов предусмотрено 5-битное поле CRC. Оно покрывает поля ADDR и ENDP маркеров IN, SETUP и OUT или поле отметки времени маркера SOF. Полином генерируется по формуле  $G(x)=X^5+X^2+1$ . Двоичная битовая маска, которая отражает этот полином: 00101. Если все биты маркера получены без ошибки, пяти-битный остаток в приемнике будет 01100;

**crc16** - Для проверки целостности пришедших пакетов используются поля с контрольными суммами CRC. Для пакетов с данными применяется 16-битный CRC, его полином генерируется по формуле  $G(x)=X^{16}+X^{15}+X^2+1$ . Двоичная битовая маска, которая отображает этот полином: 1000 0000 0000 0101. Если все данные и биты CRC получены без ошибки, 16-битный остаток будет: 1000 0000 0000 1101;

**eop** - Все пакеты передаваемой информации имеют четкие разграничители начала и конца пакета. Начало пакета SYNC, EOP - конец пакет;

**idle** - это состояние, когда в шине не происходит передача данных. На данных диаграммах принято, что после передачи каждого пакета дополнительные данные для передачи отсутствуют и шина переводится в состояние IDLE. В данном состоянии функции концентраторы не переходят в подвешенное состояние (suspend mode) и нагружаемая мощность выдается в полном объеме;

**pre** - это идентификатор типа пакета (PID) относящегося к кодовой группе - специальных PIDS.PRE это выдаваемая хостом команда, которая разблокирует трафик вниз по иерархии шины к низко скоростным устройствам. PRE состоит из 4 бит: 1100;

**data0** - это идентификатор пакета (PID) относящегося к кодовой группе пакетов данных. Данным идентификатором пакета (PIDом) обозначаются четные пакеты данных. Данный PID состоит из 4 бит: 0011;

**data1** - это идентификатор пакета (PID) относящегося к кодовой группе пакетов данных. Данным идентификатором пакета (PIDом) обозначаются не четные пакеты данных. Данный PID состоит из 4 бит: 1011;

**data** - это непосредственно передаваемые данные. Это поле может быть длиной от 0 до 1023 байт и должно содержать целое число байт. Размер и форма представления данных должна быть в соответствии с типом текущей передачи;

**ack** - это тип идентификатора пакета (PID) относящегося к группе пакетов квитирования. Данный PID информирует о том, что приемник принял пакет данных свободный от ошибок. Данный PID состоит из 4 бит: 0010;

**in** - это тип идентификатора пакета (PID) относящегося к группе маркерных пакетов. Данным пакетом задается адрес и номер конечной точки на функции. Данный PID состоит из 4 бит: 1001.

### **Синхронизация при изохронной передаче.**

*Частоты, имеющиеся в системе USB:*

1. Частота выборки - для источника данных и для приемника.
2. Частота шины - частота кадров: 1кГц - для FS и микрокадров: 8кГц - для HS.
3. Частота обслуживания - частота, с которой клиентское ПО обращается к драйверам USB для передачи и приема изохронных данных.

*Типы отклонений, возможные между парами синхросигналов при отсутствии общего источника синхронизации:*

1. Дрейф - отклонение формально одинаковых частот от номинала
2. Дрожание - колебание частот относительно номинала
3. Фазовый сдвиг - если сигналы не связаны ФАПЧ

*Для подстройки частот используют 3 подхода:*

1. синхронизация внутреннего генератора устройства с маркерами SOF;
2. подстройка частоты кадров под частоту устройства;
3. согласование скорости передачи (приема) устройства с частотой кадров.

Подстройка частоты кадров контроллера возможна, естественно, под частоту внутренней синхронизации только одного устройства. Подстройка осуществляется через механизм обратной связи, который позволяет изменять период кадра в пределах  $\pm 1$  битового интервала.

### **Системное конфигурирование.**

Хост разрешает работу порта и адресуется к устройству через канал управления, используя нулевой адрес - USB Default Address. При начальном подключении или после сброса все устройства адресуются именно так.

Хост определяет, является новое подключенное устройство хабом или функцией, и назначает ему уникальный адрес USB. Хост создает канал управления (Control Pipe) с этим устройством, используя назначенный адрес и нулевой номер точки назначения.

Если новое устройство является хабом, хост определяет подключенные к нему устройства и назначает им адреса и устанавливает каналы.

Если новое устройство - функция, то уведомление о подключении передается диспетчером USB заинтересованному устройству.

Когда устройство отключается, хаб автоматически запрещает соответствующий порт и сообщает об отключении контроллеру, который удаляет сведения о данном устройстве из всех структур данных.

*Нумерация устройств* выполняется динамически по мере их подключения, следующим образом:

1. Хаб, к которому подключилось устройство, информирует хост о смене состояния своего порта ответом на опрос состояния. С этого момента устройство переходит в состояние Attached (подключено), а порт, к которому оно подключилось, в состояние Disabled.
2. Хост уточняет состояние порта.
3. Узнав порт, к которому подключилось новое устройство, хост дает команду сброса и разрешения порта.
4. Хаб формирует сигнал Resrt для данного порта (10 мс) и переводит его в состояние Enabled. Подключенное устройство может потреблять от шины ток питания до 100мА. Устройство переходит в состояние Powered (питание подано), все его регистры переводятся в исходное состояние, и оно отзывается на обращение по нулевому адресу.
5. Пока устройство не получит уникальный адрес, оно доступно по дежурному каналу, по которому хост-контроллер определяет максимально допустимый размер поля данных пакета.
6. Хост сообщает устройству его уникальный адрес, и оно переводится в состояние Addressed (адресовано).
7. Хост считывает конфигурацию устройства, включая заявленный потребляемый ток от шины. Считывание может затянуться на несколько кадров.
8. Исходя из полученной информации, хост конфигурирует все имеющиеся конечные точки данного устройства, которое переводится в состояние Configured (сконфигурировано). Теперь хаб позволяет устройству потреблять от шины полный ток, заявленный в конфигурации. Устройство готово.

### **Операции, поддерживаемые устройствами.**

Все устройства должны поддерживать следующий набор операций:

- динамическое подключение/отключение (это событие отслеживается хабом)
- конфигурирование устройств, выполняемое хостом

- передача данных посредством одного из 4 типов
- управление энергопотреблением (при этом устройство должно поддерживать приостановку, при которой ток снижает до 500мА или меньше)
- возможность удаленного пробуждения - позволяет приостановленному устройству подать сигнал хосту (компьютеру), который тоже может находиться в приостановленном состоянии.

### **Функции хаба.**

1. Обеспечивает физическое подключение устройств.
2. Управляет подачей питающего напряжения на нисходящие порты.
3. Отслеживает состояние подключенных устройств, уведомляя хост об изменениях.
4. Обнаруживает ошибки на шине, выполняет процедуры восстановления и изолирует неисправные сегменты шины.
5. Обеспечивает связь сегментов шины, работающих на разных скоростях.

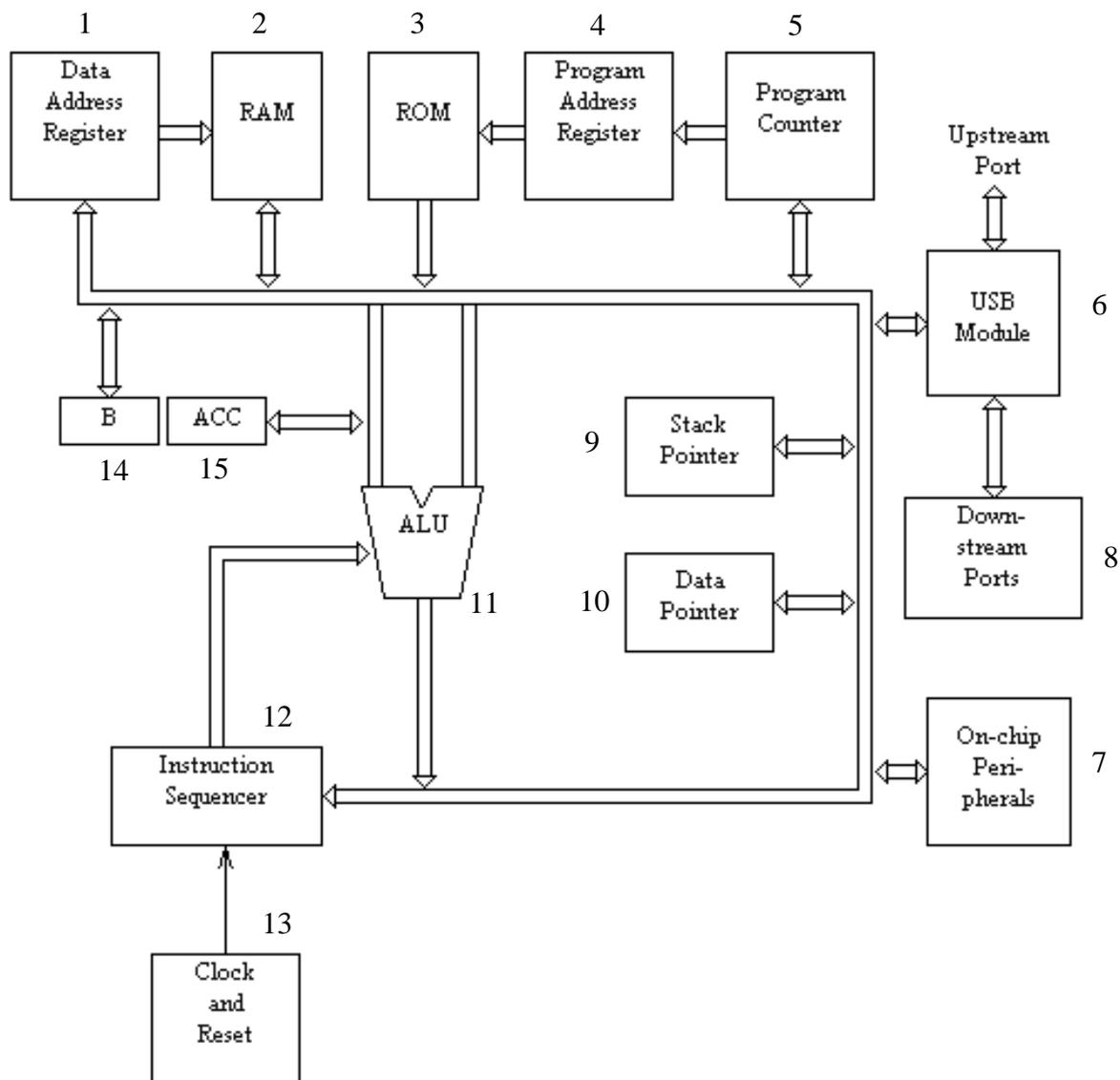
Сигнализация о состоянии хаба производится светодиодами. Двумя цветами (зеленый и желтый) может отслеживаться 5 состояний:

- желтый
- зеленый
- нет цвета
- желтый мигающий
- зеленый мигающий.

### **Состояния нисходящих портов хаба.**

1. **Питание отключено.** На порт не подается питание (возможно только для хабов, коммутирующих питание). Выходные буферы переводятся в высокоимпедансное состояние, входные сигналы игнорируются.
2. **Отсоединен.** Порт не передает сигналы ни в одном направлении, но способен обнаружить подключение устройства (по отсутствию сигнала SEO в течение 2,5 мкс). Тогда порт переходит в состояние "Запрещен". А по уровням входных сигналов Diff0 и Diff1 он определяет скорость подключенного устройства.
3. **Запрещен.** Порт передает только сигнал сброса (по команде от контроллера), сигналы от порта (кроме обнаружения отключения) не воспринимаются. По обнаружении отключения (2,5 мкс состояния SEO) порт переходит в состояние "Отсоединен", а если отключение обнаружено "спящим" хабом, контроллеру будет послан сигнал Resume.
4. **Разрешен.** Порт передает сигналы в обоих направлениях. По команде контроллера или по обнаружении ошибки кадра порт переходит в состояние "Отсоединен".
5. **Приостановлен.** Порт передает сигнал перевода в состояние останова ("спящий" режим). Если хаб находится в активном состоянии, сигналы через порт не пропускаются ни в одном направлении. Однако, "спящий" хаб воспринимает сигналы смены состояния незапрещенных портов, подавая "пробуждающие" сигналы от активизировавшегося устройства даже через цепочку "спящих" хабов.

## Структурная схема концентратора.



1. Концентратор можно разделить на две части - повторитель (hub repeater) и контроллер (hub controller) Регистр адреса данных относится к управляющей части концентратора. Он содержит адрес RAM по которому произойдет обмен данными;
2. Динамическая память концентратора - здесь хранятся переменные данные необходимые для работы управляющей части концентратора, а также отложенные пакеты транзакций;
3. ПЗУ. В нем размещена микропрограмма функционирования концентратора. Данная микропрограмма непосредственно зависит от характеристик каждого конкретного концентратора;
4. Регистр адреса следующей микрокоманды. Задает адрес микрокоманды, которую в следующий такт выполнит концентратор;
5. Счетчик микрокоманд. Непосредственно задает значение в регистре микрокоманд;
6. Модуль USB части концентратора. Он состоит из upstream, downstream портов и повторителя и управляется контроллером концентратора. Его задача: в соответствии командам управляющей части обеспечить прохождение трафика вверх и вниз по иерархии шины и информирование вышестоящего уровня о состояниях downstream портов и самого концентратора;

7. Блоки для микросхем расширения. В соответствии с вставленными микросхемами можно влиять на характеристики концентратора;
8. Непосредственно USB разъемы для подключения нижних уровней устройств USB шины;
9. Указатель вершины стека, расположенного в RAM. Используется управляющей программой концентратора;
10. Указатель на данные. Используется управляющей программой концентратора. Может указывать как на данные микропрограммы, так и на данные отложенных пакетов транзакций;
11. АЛУ. Одна из частей контроллера непосредственно участвующая в вычислениях;
12. Регистр выбора операции АЛУ. Задает операцию АЛУ по команде микропрограммы;
13. Генератор и местные часы. Используется для тактирования работы концентратора. Синхронизации с получаемыми данными и для планирования транзакций для downstream портов;
14. Регистр В. Что-то вроде промежуточного регистра для данных;
15. Аккумулятор. Что-то вроде промежуточного регистра для данных.

### **Функции хоста.**

Хост-компьютер общается с устройствами через контроллер.

Хост имеет следующие обязанности:

- обнаружение подключения и отсоединения устройств USB;
- манипулирование потоком управления между устройствами и хостом;
- управление потоками данных;
- сбор статистики;
- обеспечение энергосбережения подключенными ПУ.

### **ПО по управлению шиной.**

Системное ПО контроллера управляет взаимодействием между устройствами и их ПО, функционирующим на хост-компьютере, для согласования:

- нумерации и конфигурации устройств;
- изохронных передач данных;
- асинхронных передач данных;
- управления энергопотреблением;
- информации об управлении устройствами и шиной.

### **Уровни хоста.**

1. Интерфейс шины USB обеспечивает физический интерфейс и протокол шины. Интерфейс шины реализуется хост-контроллером. Он отвечает за генерацию микрокадров и обменивается с ПО используя прямое управление шиной.

2. Система USB, используя хост-контроллер, транслирует клиентское "видение" обмена данными с устройствами в транзакции. Она отвечает за распределение ресурсов полосы пропускания и мощности напряжения питания. Система состоит из 3 основных частей:

- Драйвер хост-контроллера (HCD) - модуль, привязанный к конкретной модели контроллера.

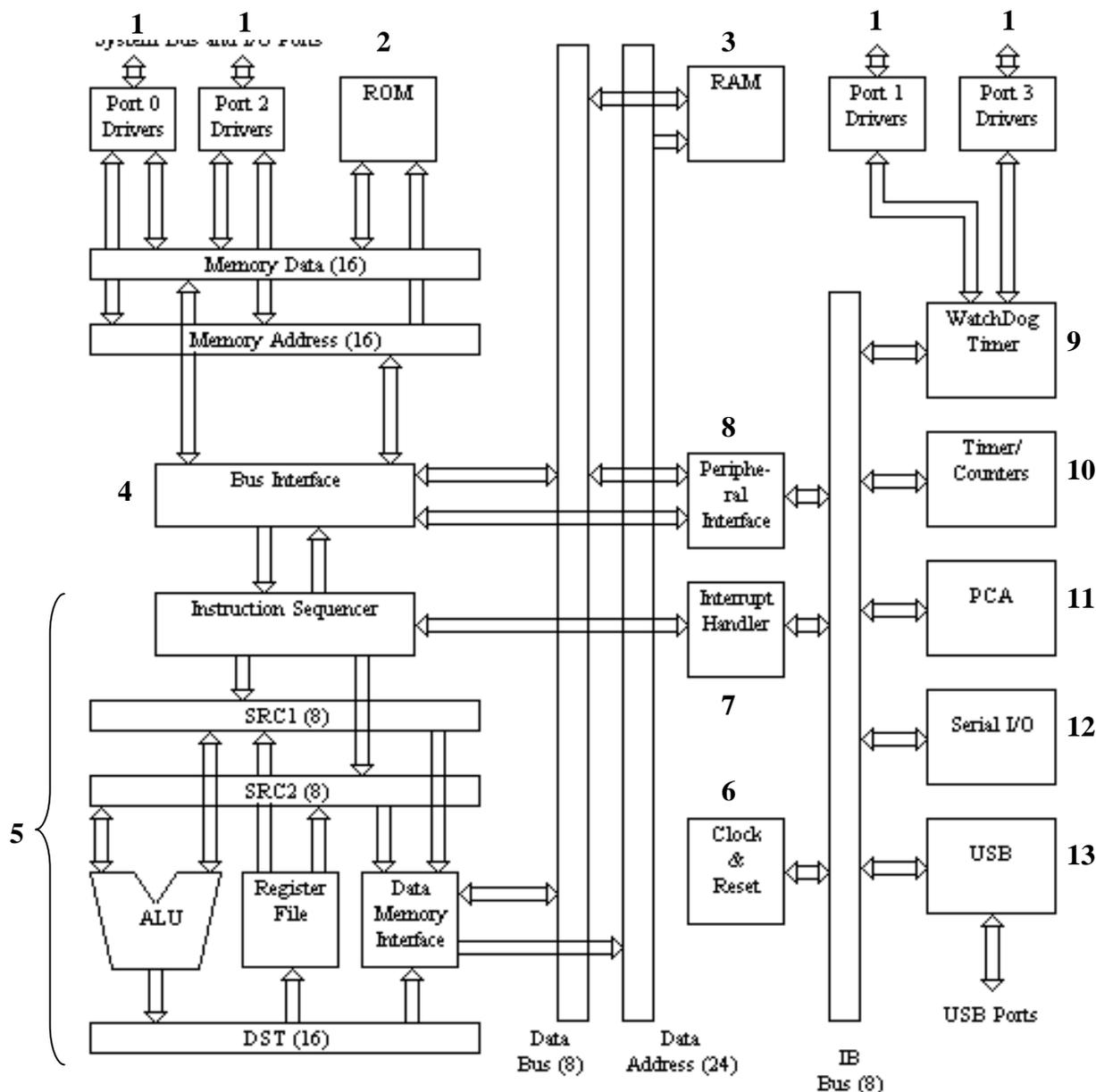
- Драйвер USB (USB D) - обеспечивает основной интерфейс между клиентами и устройствами USB. Интерфейс между HCD и USB D не регламентируется и должен определяться разработчиком ОС.
- ПО хоста реализует функции, необходимые для работы USB в целом: обнаружение отключения и подключения устройства, загрузка соответствующих драйверов, нумерация устройств, распределение полосы и питания.

3. Клиенты USB –программные элементы взаимодействующие с устройствами USB.

### **Применение шины.**

1. Устройства ввода - клавиатуры, мыши...
2. Принтеры
3. Сканеры
4. Аудиоустройства
5. Музыкальные синтезаторы и MIDI-контроллеры
6. Видео и фотокамеры
7. Коммуникации
8. Устройства хранения
9. Игровые устройства
10. Телефоны
11. Мониторы
12. Электронные ключи
13. Преобразование интерфейсов.
14. Собственные устройства USB в том числе на основе микроконтроллеров.

## Хост-контроллер USB.



1. Порты для обмена данными и командами с центральным процессором, посредством двух очередей соответственно для команд и данных организованных по принципу FIFO;
2. ПЗУ постоянная память, содержит микропрограмму по которой функционирует хост-контроллер в соответствии с командами процессора и драйвером USB;
3. Динамическая память используемая как со стороны процессора, так и со стороны хост-контроллера. В ней размещены очереди FIFO данных и команд, переменные микропрограммы хоста и пакеты планируемых транзакций;

4. Интерфейс шины. Он преобразует поток данных от и к управляющей части хост-контроллера в соответствии с форматами данных USB и данных в том виде в котором они представлены в хост-контроллере;
5. Процессорный блок хост-контроллера состоит из блоков: Выборка инструкций, АЛУ, Блока регистров и интерфейса данных с памятью RAM. Все эти блоки вместе составляют процессор хост-контроллера. Он осуществляет функционирование остальных частей хоста и всей системы USB в целом;
6. Генератор и местные часы. Используется для тактирования работы хоста. Синхронизации и планирования передачи транзакций по шине USB;
7. Обработчик прерываний. В соответствии с поступающими прерываниями от нижнего уровня устройств иерархии USB, обрабатывает их и вносит изменения в работу управляющей части контроллера;
8. Периферийный интерфейс. Здесь данные поступающие в шину USB переводятся в формат в котором они будут передаваться по шине, а данные шины соответственно в формат данных на хост-контроллере.
9. Таймер для синхронизации и планирования обмена данными между системной шиной и хост-контроллером.;
10. Триггеры и счетчики отображающие состояния всех устройств подключенных к данному хост-контроллеру;
11. PCA - Pids Counter Address блок с адресами пакетов, расположенных в RAM, которые должны передаваться по шине.;
12. Порты для подключения хост-контроллера к нестандартным устройствам с различными типами связей;
13. Непосредственно модуль USB. Здесь расположены передатчик, порты хост-контроллера. Здесь же задается мощность подаваемая на шину.

### **Интерфейс IEEE-1394 (Fire Ware)**

Другие названия: iLink, HPSB-1995 и др.  
Скорости: S100, S200, S400, 800 и 1600 Мб/с

#### **Основные свойства:**

1. Многофункциональность, связь до 63 устройств без дополнительных хабов. Могут быть устройства следующих 2 групп:
  - устройства бытовой электроники (видео и фото камеры, камеры для видеоконференций, приемники кабельного и спутникового ТВ, цифровые видеоплееры CD и DVD форматов, акустические системы, цифровые музыкальные инструменты)
  - периферийные устройства компьютера (принтеры, сканеры, диски, ПК между собой).
2. Высокая скорость обмена и возможность изохронных передач (можно передавать 2 канала видео по 30 кадров/с и стерео аудио)

3. Низкая цена компонентов и кабеля.

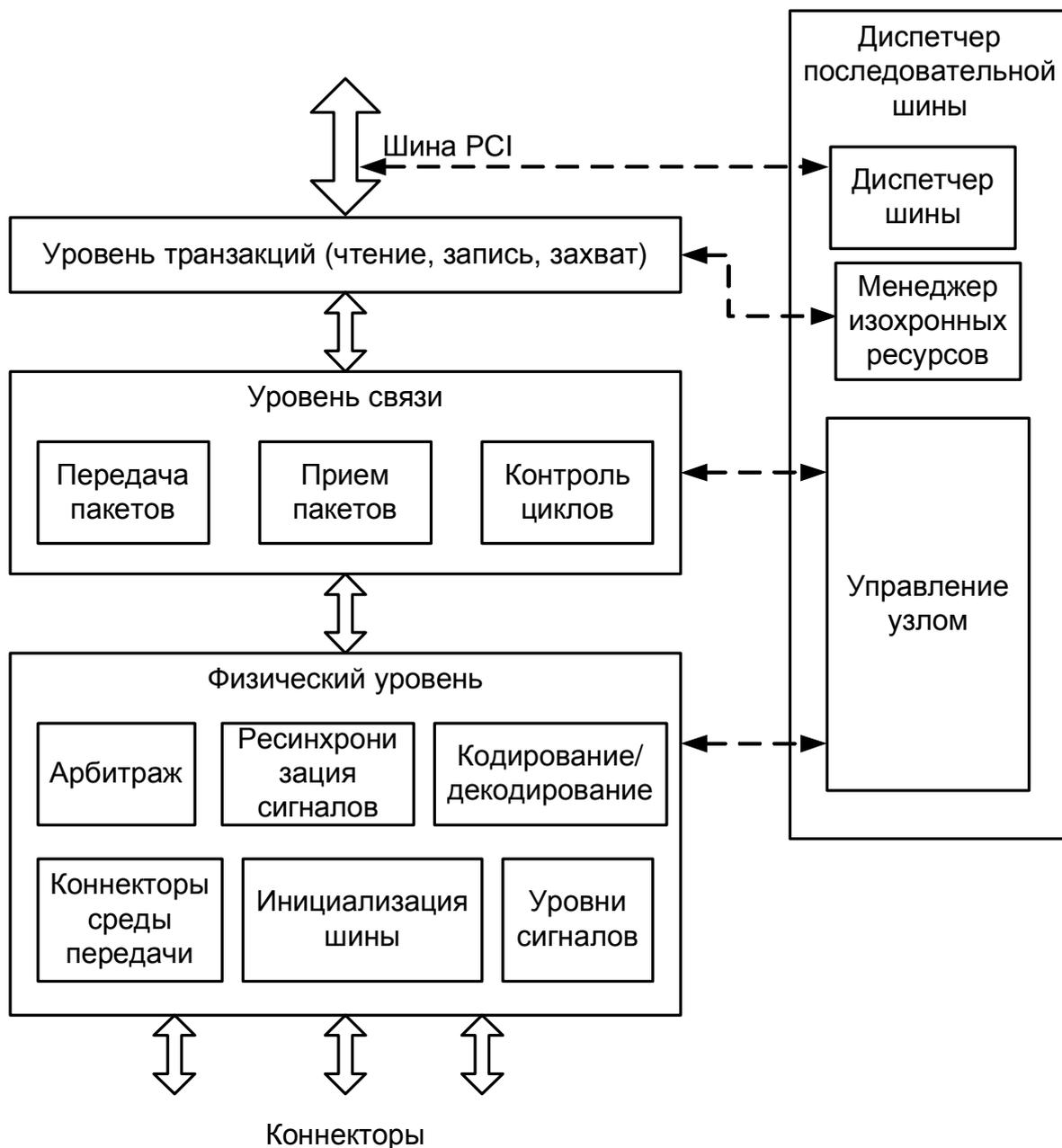
4. Легкость установки и использования (PnP, горячее подключение, питание от шины с током до 1,5А)

### **Уровни описания.**

Стандартный интерфейс имеет **3 уровня описания:**

1. *Уровень транзакций* (или взаимодействия) - преобразует пакеты в данные и наоборот.
2. *Уровень связи* - из данных физического уровня формирует пакеты и реализует обмен узлов дейтаграммами, отвечает за передачу пакетами и изохронные передачи.
3. *Физический уровень* - вырабатывает и принимает сигналы шины. Обеспечивает инициализацию и арбитраж шины (в любой момент времени только один передатчик), уровни передачи данных и сигналы вышестоящим уровням. Микросхемы физического уровня могут питаться от шины, при этом обеспечивая гальваническую разрезку.

## Схема уровней описания



### Ограничения на подключение.

1. Между любой парой узлов может быть не более 16 кабельных сегментов (связей). Длина сегмента стандартного кабеля  $\leq 4,5$  м. Суммарная длина кабеля  $< 72$  м.
2. Топология не должна иметь петель.
3. На одном устройстве может быть до 27 разъемов

### Кабели и разъемы.

Стандартный кабель - это 6 проводов в общем экране, из которых

- 2 витые пары для передачи сигналов TPA, TPB
- 2 провода питания ( $U$  от 8 до 40 В,  $I \leq 1,5$  А)

Разъемы могут быть 4 и 6 контактные.

В стандарте предусматривается гальваническая развязка, если с помощью трансформаторов, то до 500А, если с помощью конденсаторов, то до 60В.

В новой серии стандартов IEEE-1394В предусматриваются другие кабели: UTP, пластиковое оптоволокно S200, многомодовое волокно и др.

Для соединения нескольких устройств между собой используются концентраторы и повторители (мосты).

*Адресация:* происходит не по адресу устройства, а согласно страничной модели памяти.

Адрес пакета имеет 64 бита (10 – адрес сети; 6 – адрес устройства; 48 – адрес устройства).

*Протокол:* временной интервал разбивается на фреймы (кадры) по 125 мкс. В фрейме размещаются пакеты с данными.

## **2 типа передач:**

- изохронный

- асинхронный

*Особенности фреймов:* в начале, данные изохронных каналов (до 64 каналов). Остальная часть отводится для других данных в асинхронном режиме. Пакет, который передается в синхронном режиме состоит из адреса приемника, адреса передатчика и данных.

Изохронная передача передается широковещательно и каждый пакет несет номер канала.

Целостность изохронных передач контролируется CRC-кодом.

*Изохронный канал* – канал, обеспечивающий некоторую постоянную скорость передачи.

Такие каналы нужны для передачи такой информации, которая воспринимается человеком (аудио- видео- информации).

*Мастер цикла* - это устройство, посылающее каждые 125 мкс короткие широковещательные пакеты начала цикла. В этом пакете передаются счетчики времени (32 разряда), инкрементируемые с частотой  $f=24,576\text{МГц}$  для любого узла изохронного обмена.

## **Диспетчер изохронных ресурсов**

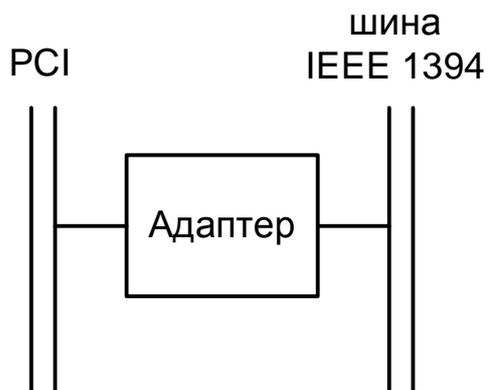
Выделяемая полоса измеряется в специальных единицах - интервалах, длительностью  $t=20\text{нс}$ . (1 квадлет=32бит.слово,  $f=1600\text{Мб/с}$ )

Всего 6144 ед. Для изохронных передач 4915 ед. (100мкс), для асинхронных - 1229 ед. (25мкс).

Для цифрового видео требуется полоса 30 Мб/с, из которых 25 Мб/с - видеоизображение и 3-4 Мб/с - аудиоданные.

В стандарте S100 - 1800 ед., S200 - 900 ед., S400 - 450 ед.

## Устройства и адаптеры интерфейса IEEE-1394.



Адаптер связывает мост с шиной PCI. Первоначально адаптер реализовался как LINK-chip - микросхема уровня связи и PHY-chip - физический уровень

## ИНТЕРФЕЙСЫ ВНЕШНИХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ( ВЗУ )

### Интерфейсы жестких дисков IDE (ATA).

*Названия:*

- IDE - Intervel Drive Electronics
- ATA - AT Attachment
- PATA - Parallel ATA
- SATA - Serial ATA

IDE предназначен для подключения не более 2 дисков, но сейчас можно и более 2, т.к. есть 2 по 2 . Контроллеры дисков размещаются на самом диске, а контроллер интерфейсов встраивается.

Модифицированная фазовая модуляция (MFM) - преобразование сигналов при записи. PLL-кодирование - кодирование большим количеством бит с меньшим количеством переключений.

### **История IDE.**

- Интерфейс ST-506/412. 1981г. - фирма Seagate. Имел ограниченную емкость = 233МБ. Была поддержка PnP.
- Интерфейс ESDI. 1983-84г.г. Модернизация - в 1991г. Сократилось количество ошибок, увеличилась скорость. Возможность считывания карты дефектов.
- IDE (ATA) - 1989г. Высокое быстродействие, возможность подключения к различным системным шинам, дешевизна.
  1. ATA (ATA BUS) - шина 16 бит, 40-проводной сигнальный кабель + 4 провода (силовой кабель)
  2. PC Card ATA - шина 16 бит, 68 проводов
  3. XT ADE - 16 бит, 40 проводов
  4. MCA IDE - 16 бит, 72 провода - для и/ф систем PC/2
  5. ATA-2 - расширение 2 канала, 4 устройства, различные режимы
  6. E-IDE - аналог ATA-2
  7. Fast ATA-2 - дополнительный возможности
  8. ATA-3 - средства защиты, управление питанием
  9. ATA/ATAPI-4 - расширение ATA-3. Режим Ultra DMA, повышенная скорость до 33 МБ/с за счет пакетного режима
  10. ATA/ATAPI-5 - скорость = 66 МБ/с

11. ATA/ATAPI-6 - потоковое расширение для аудио и видео данных,  
U=100МБ/с
12. Serial ATA (SATA)

### **Компоненты спецификации ATA.**

1. *Хост-адаптер* – средства сопряжения и\ф ATA с шиной комп-а (PCI и ISA)  
Хост-контроллер – более развитый вар-т хост-адаптера
2. Ведущее (master) устройство – периф-е устройство 0 (Device 0)
3. Ведомое (slave) устройство – периф-е устройство 1 (Device 1)

### **Адресация дискового пространства.**

- Трехмерная (CHS). Такая адресация позволила адресовать до 137 ГБ  
(65536(цилиндров)x16(головок)x255(секторов)x512)=137 ГБ
- Линейная адресация логических блоков (LBA). Адрес блока - 28-битное число.

В регистре D/H шестой бит L определяет вид адресации.

### **Физические параметры.**

Сигналы уровня TTL:

Uвых"1"  $\geq$  2,4 В, Uвых"0"  $\leq$  0,5В

Uвх"1"  $\geq$  2,0 В, Uвх"0"  $\leq$  0,8В

### **Разъем.**

40 контактов - SFF 8057

4 контакта - min+12В

2,3 контакта - +5В

Для Ultra DMA - 80-контактный разъем

Для малогабаритных устройств - объединенный 50-контактный разъем SFF8212

## **Регистры устройств в АТА.**

### 1. Блок командных регистров (СВR)

DR – Pг Д

ER – Pг ош-ки

FR - Pг свойств

SR – Pг счетчика секторов

SN – Pг № сектора

CL – Pг младшего байта № цилинра

CH – Pг старшего байта № цилинра

D/H – Pг № уст-ва и головки

SR – Pг состояния

CR – Pг Кд

### 2. Блок управляющих регистров

AS – альтернативный Pг состояния

DC – Pг управления устр-ом

DA – Pг А

### Режимы передачи.

Режим	Упер. , МБ/с	Тип интерфейса
PIO mode		
0	3.3	ATA
3		ATA-2
4	16.6	FAST ATA-2
Single word DMA mode		
0	2.08	ATA
1		ATA
2	8.33	ATA
Multi word mode		
0	4.16	ATA-2
1		ATA-2
2	16.66	FAST AT-A2
Ultra DMA mode		
0	16.6	ATA/ATAPI-4
1		
2		
3		
4		
5	100	ATA/ATAPI-6

### Протокол передачи.

1. Хост читает регистр состояния устройства, дожидаясь нулевого бита (BSY-бит в регистре состояния). Если два устройства подсоединились, то к обоим обращается. Состояние будет передаваться последнему выбранному устройству.
2. Дождавшись освобождения устройства, хост записывает в регистр D/H байт, у которого есть бит DEV и он указывает на адресуемое устройство. Если DEV=0, то это ведущее устройство, если DEV=1, то это ведомое.
3. Хост читает основной или альтернативный регистр состояния адресуемого устройства. DRDY=1 - признак готовности.
4. Хост заносит требуемые параметры обмена в блок командных регистров.
5. Хост записывает код выполненной команды в регистр команд
6. Устройство устанавливает бит BSY=1 и переходит к выполнению команды.

## **Адаптеры и контроллеры шины IDE.**

- Простейшие адаптеры, подключаемые к PCI и ISA
- Двухканальные контроллеры PCI-IDE

## **Конфигурирование устройств.**

1. Выбор типа интерфейса: ХТ или АТ
2. Определение адреса устройства
  - С помощью кабельной выборки
  - Явное задание адреса на каждом устройстве джамперами

## **Интерфейс Serial ATA.**

SATA1 - 2000 г.

SATA2 - с большей скоростью и средствами поддержки сетевых дисков

### *Особенности SATA:*

1. Скорость передачи: от 150 до 600 Мб/с
2. Поддержка "горячей" замены
3. два режима энергосбережения
4. Перекрытие инструкцией
5. Очередь тегированных команд
6. Шлейф с 7 проводами шириной 6 мм и длиной 1м.
7. Количество дисков - до 128
8. Мощность потребления - 250мВт

Новый блок Pг SCR (SATA Status and Control Rg) –  
16 32-х разрядных Pг SCR0 – SCR15 ( используются 3, остал-е - резерв)

SCR0 – Sstatus - Pг тек-го сост-я хост-ад.

SCR1 – SError - Pг диагностической инф-ции

SCR2 – Scontrol – Pг управления и\ф

## Интерфейс SCSI.

У этого параллельного интерфейса высокая скорость протокола. Все устройства с помощью шины могут быть инициализаторами или целевыми устройствами.

- "+" - возможность подключения 7 устройств к одному компьютеру
- возможность подключения широкого спектра устройств
- возможность подключения как внутренних, так и внешних устройств
- большая длина кабеля - 3...6 м, а в некоторых случаях - до 25м.
- может использоваться кэширование и технологии RAID-массивов.
- скорости при 8-битной шине 5МГц = 5Мб/с (это минимум)

"-" - высокая стоимость.

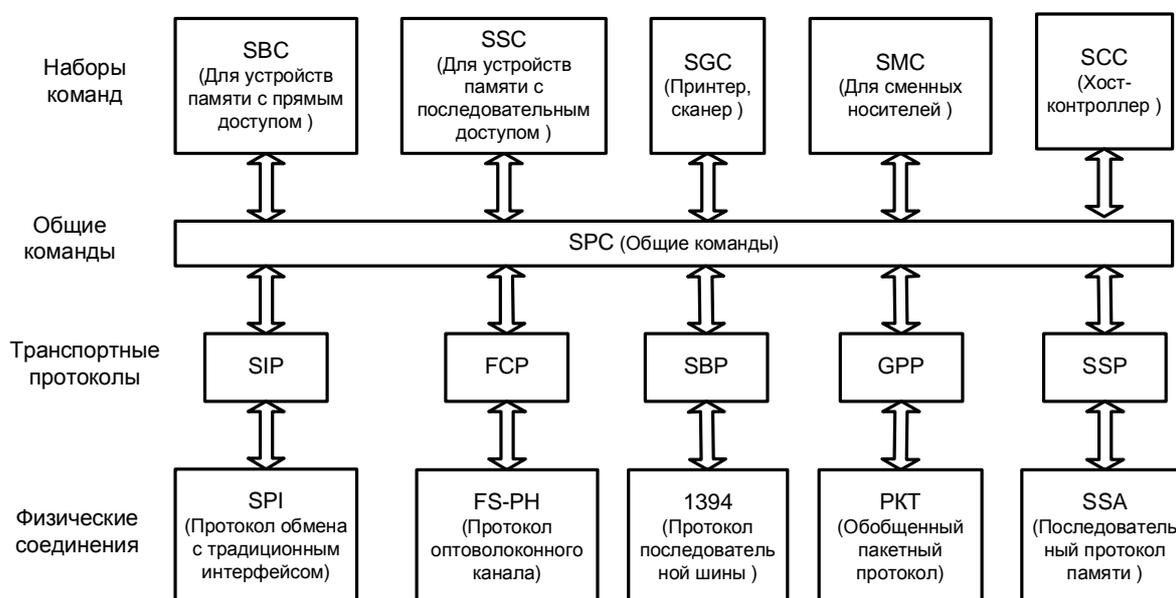
### Варианты стандартов SCSI.

- SPI - 1995г. Fast SCSI - 20МБ/с, Wide SCSI - 40МБ/с (узкий)
- SPI 2 - 1999г. Удвоенная частота передачи. U=80МБ/с. Допускается "горячая" замена. 63-разъемный кабель.
- SPI 3 - 2000г. Двойная синхронизация (и по переднему и по заднему фронту). Fast80DT или Ultra 3 SCSI - широкая шина - 16 бит.
- SPI 4 - 2001г. Удвоение частоты, Ultra 320 SCSI. U=320МБ/с. Только широкая шина - 16 бит.

### Архитектурная модель SCSI (SPI 3)

Уровни:

- Общие команды
- Наборы команд
- Транспортные протоколы
- Физические соединения



## Физический интерфейс.

### Сигналы:

- Линейные - каждый сигнал с TTL-уровнем. У каждой пары свой отдельный провод.  
Длина:
  - 6м (обычный),
  - 3м (Fast, средняя скорость) - 4 устройства
  - 1,5м (Ultra, высокая скорость) - 8 устройств

Передачики могут быть с открытым коллектором с активным снятием сигнала.

- Дифференциальные - для каждой линии - пара проводов, по которой передается парафазный сигнал, т.е. тоже TTL-уровень+RS 485. При этом длина кабеля может быть увеличена. Используется в основном в серверах.  
Низковольтный дифференциальный сигнал LVD: 40МГц, 80МГц, 60МГц, 120МГц.  
Длина: 25м (8 устройств), 12,5м (16 устройств).

### Кабели:

- Плоский (для устройств в одном корпусе)
- Круглый (для подключения внешних устройств)
- А-кабель (для 8-битного интерфейса - 25 пар)
- В-кабель (малораспространен, для 16,32-битного и/ф )
- Р-кабель (для 8,16-битного и/ф - 34 пары)
- Q-кабель (расширенный Р-кабель для 32-битного интерфейса)
- MacSCSI - 8 бит, специально для Macintosh

### Разъемы:

- Narrow (узкий) - 8 бит
  1. IDC-50 (для внутреннего соединения без корпуса)
  2. CX-50 (типа Centronics)
  3. LB-25 (круглые штырьки, как в LPT-порте)
  4. HD-50 Minu D50 (с высокой плотность контакта)
- Для 16-битной SCSI
  1. HD-68 Minu D68 (наиболее часто используется для SCSI-3, внутренний монтаж)
  2. VHDCI 68 - внешний разъем с высокой плотностью в стиле Centronics
- Для "горячей" замены
  1. MCX-68, 80 - в стиле Centronics, в миниатюрном исполнении
  2. SCA-80 или SCA-2 или MCX-80.

## Адресация устройств.

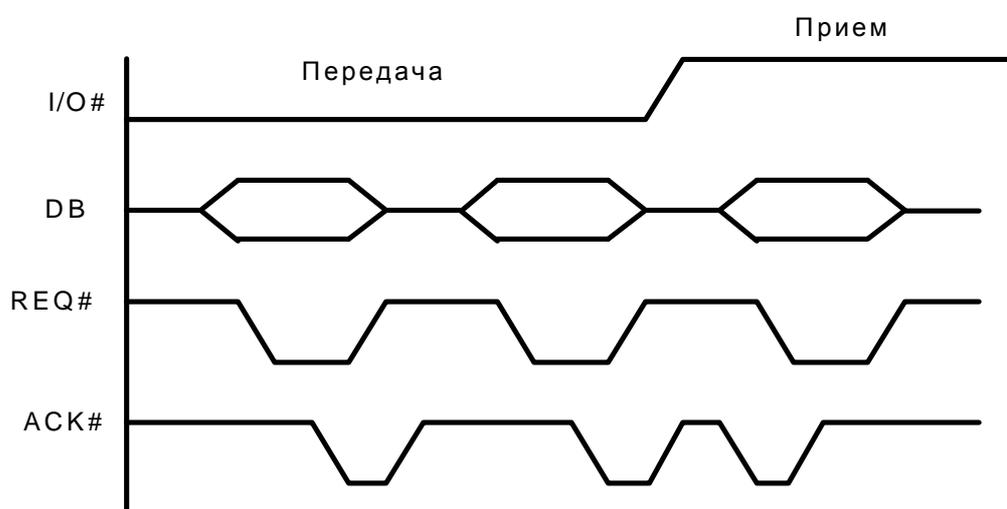
Производится через идентификатор SCSI ID, представляющем адрес в позиционном виде (позиции бита). Любое устройство должно иметь уникальный адрес.

*Диапазон значений адресов:*

- Для 8-битной шины: 0-7
- Для 16-битной шины: 0-15

На устройстве адрес задается предварительной перестановкой джамперов. Адрес определяется номером шины данных, с которой осуществляется выборка устройства при низком уровне.

## Временные диаграммы асинхронного обмена.



## Контроллеры SCSI.

Хост-адаптеры выпускаются для шины ISA, EISA, PCI, VLB и PCMCIA и для параллельного порта.

## BIOS.

Различные варианты подключения:

- Микросхема со SCSI-BIOS есть на системном контроллере
- Образ SCSI-BIOS прошит во Flash материнской платы
- SCSI-BIOS не вообще

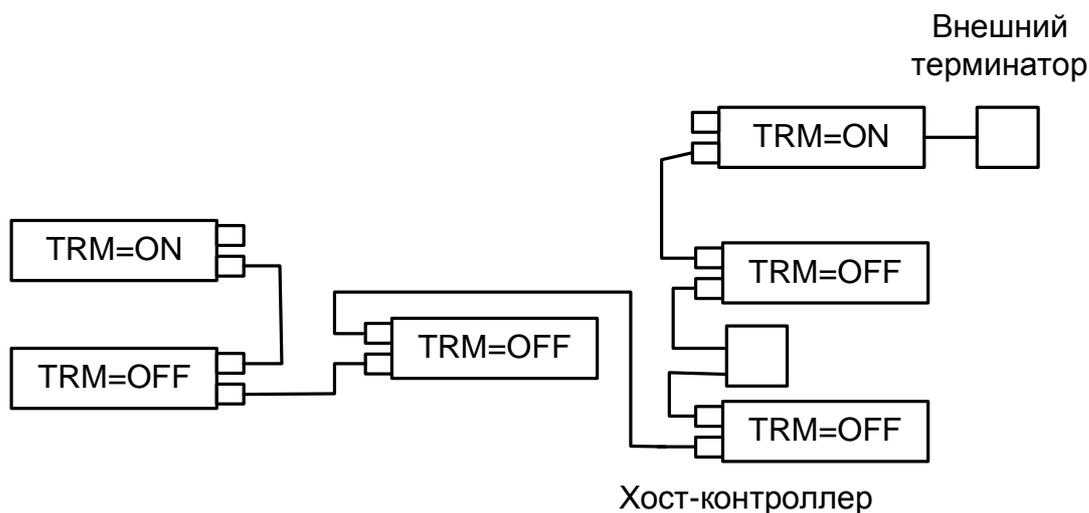
## Дополнительные элементы:

- Светодиоды
- Разъем для модулей памяти
- Контроллер гибких дисков
- IDE-контроллер
- Может быть звуковая и видео платы

## SCSI-устройства и их подключение.

- Все виды дисков (CD, DVD, магнитные, оптические)
- Сканеры
- Подключаемые жесткие диски
- Принтеры
- Последовательный порт

Подключение осуществляется с использованием терминаторов. Терминаторы могут быть в положении "ON" - включен и "OFF" - отключен. Для промежуточных устройств терминаторы отключаются, а на конечных - включаются.



## Конфигурирование SCSI.

Устанавливаются *параметры*:

- Идентификатор устройства (адрес)
- Контроль паритета (по четности)
- Включение активных терминаторов (для крайних устройств)
- Питание терминаторов
- Согласование скоростей синхро-обмена
- Старт по команде или задержанный старт
- Разрешение отключения (автоматическое отключение при неготовности данных)

## **БЕСПРОВОДНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ.**

### **BlueTooth**

Появился в 1998 году. Поддерживает группа компаний SIG-2000.  
 $f = 2,4 \dots 2,4835 \text{ ГГц}$  (промышленный научно-технический диапазон - ISM)

*Скорость передачи:*

- 720 Кб/с в асимметричном режиме
- 420 Кб/с в полудуплексном режиме

*Мощность:*  $P \leq 10 \text{ мВ}$

*Длина:* от 10м до 100м

Существует конкурирующий интерфейс HomeRF, но у него пропускная способность ниже.

Интерфейс регламентируется стандартом IEEE 802.11 - локальные беспроводные сети.

#### **Частотные скачки.**

Вся отведенная полоса делится на каналы  $\Delta f = 1 \text{ МГц}$ . Каждый канал представляет собой псевдослучайную последовательность скачков по 79-23 каналам. Это зависит от страны. По времени весь канал делится на сегменты (тайм-слоты) длительностью 625 мкс. Скачки происходят синхронно со скоростью 1600 скачков/с. В одной пикосети может быть до 7 подчиненных устройств и 1 основное. Подчиненные устройства могут входить в несколько сетей. Через 227 мс происходит переключение. (227 - длина ПСП (всего 10 вариантов)). Частота смены 1600.

#### **Этапы автоматической установки соединения.**

1. Поиск других устройств - для этого посылается запрос. Ведущее устройство "договаривается" о параметрах связи. Ответ на этот запрос зависит от режима, в котором устройство. Режимов может быть 3:

- Discoverable Mode - устройство отвечает на все полученные запросы.
- Limited Discoverable Mode - устройство может отвечать на запросы только ограниченное время.
- Non Discoverable Mode - устройство не отвечает на запросы - пассивный режим.

2. Если процесс обнаружения прошел нормально, то новое устройство получает набор адресов. При этом любое устройство должно иметь свой глобальный адрес, но при работе в сети используется не этот адрес, а специальная кодовая страница и название устройства принимает вид - 48 символов, а всего может быть 248 байт.

3. Автоматическое подключение BlueTooth к службам других устройств. Service Discovery. Для поиска используется специальный протокол SDP.

## Слои протоколов BlueTooth.

№	Протокольный слой	Протоколы в стеке
1	Корневые протоколы (Core Protocol)	BaseBand, LMP, L2CAP, S2DP
2	Протокол с заменой кабеля (кабельное соединение)	RFCOMM
3	Протокол управления телефонией	TCS binary, AT - команда
4	Воспринятые протоколы (Adapted Protocol)	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, VCARD, IrMC, WAE

### Корневые протоколы.

1. Протокол базовой полосы и уровень управления LCL обеспечивает физическую радиочастотную связь между устройствами. Использует процедуру опроса и пейджинга для синхронизации и таймеров. *Два способа доступа:*

- Синхронный способ (SCO)
- Асинхронный способ (ACL)

2. Протокол диспетчера подключения LMP ответственен за установление подключения между устройствами, он решает вопросы безопасности, имеет более высокий приоритет, чем другие протоколы.

3. Протокол управления логическим подключением и адаптацией L2CAP, адаптирует протоколы верхнего уровня к базовой полосе, является базовым протоколом передачи данных, работает только с асинхронными соединениями.

*Основные особенности этого протокола:*

- Возможность определить к какому протоколу или службе относится этот пакет, и кто его ждет.
- Обеспечивает разбивку большого пакета на несколько более мелких и последующую сборку.
- Позволяет отслеживать свободные ресурсы и загружать их при необходимости.
- Поддерживает адресацию нескольким клиентам, широковещательный доступ.

4. Протокол обнаружения услуг - SDP.

5. Протокол, заменяющий кабель RFCOMM. Он позволяет преобразовывать данные в аналог RS-232C.

6. Контроль телефонии, двоичный протокол, ориентирован на битовую передачу информации. Контроль синхронизации вызова.

7. Протокол управления телефонией.

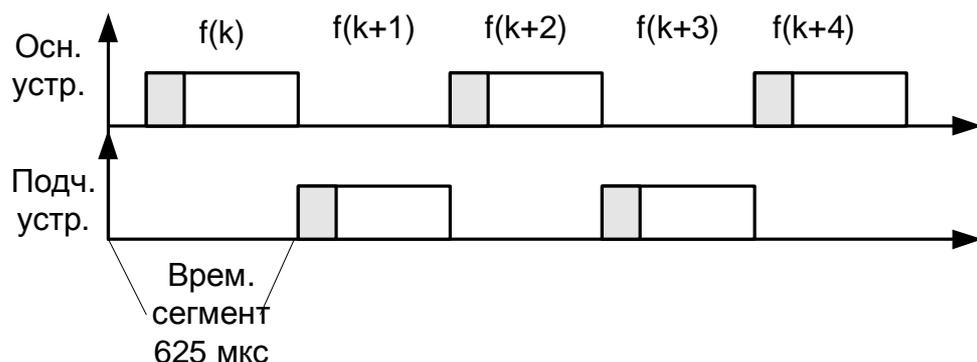
8. Voice или BlueTooth Audi - протокол передачи аудиоданных. Звуковой поток передается с точностью 16 бит, а полоса - 24 КГц. Видеоинформацию не пропускает.

## Модели использования.

4 специальных профиля:

- типовой профиль доступа CAP
- последовательный профиль доступа SPP
- профиль обнаружения прикладных услуг SDAP
- профиль общего назначения для обмена объектами GOEP

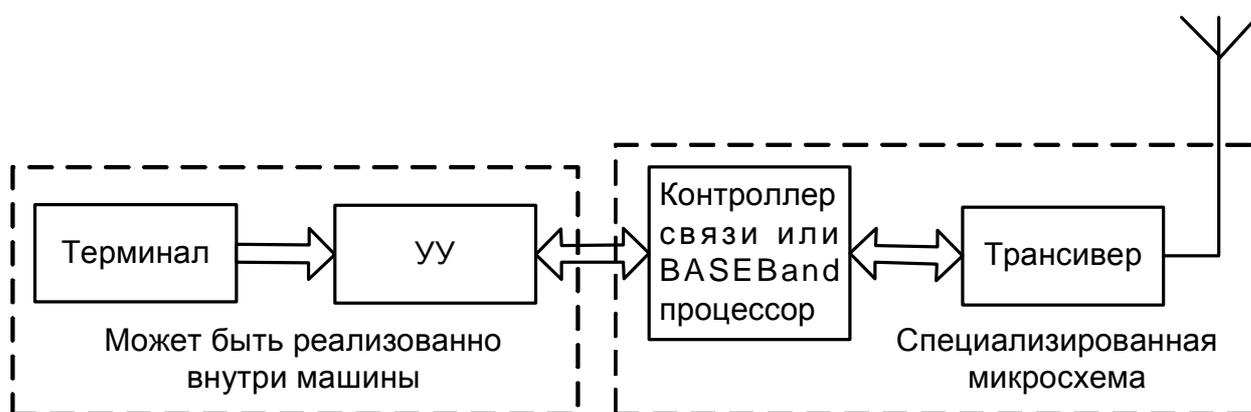
## Временная диаграмма асинхронного режима.



Асинхронные пакеты передаются в то время, которое незарезервировано для синхронных. Пакет состоит из:

1. 72 бита - код доступа (идентифицирует пакеты, для синхронизации процедур запроса)
2. 54 бита - заголовок (состоит из 6 полей, может отсутствовать)
3. 2745 бит - данные

## Электронная база. Общая структура устройства.



Трансивер преобразует битовый сигнал в радио. Происходит модуляция радиоволны битового сигнала. Управляющее устройство реализует протоколы верхнего уровня.

## Инфракрасный порт.

Этот последовательный порт поддерживает 3 скорости:

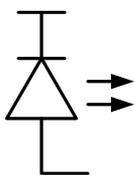
- Низкая  $U=115,2$  Кб/с
- Средняя  $U=1152$  Кб/с
- Высокая  $U=4$  Мб/с

### Стандарты:

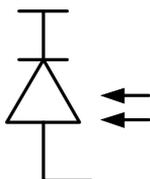
1. *Sharp - IR*. Режим поддерживает двунаправленную связь, используя DASK. Скорости до 38,4 Кб/с.
2. *IrDA - 1.0 SIR* - двунаправленная связь. Позволяет передавать данные со скоростью 115,2 Кб/с (низкая скорость). Стандарт фирмы HP.
3. *IrDA - 1.1 MIR* - средняя скорость, *FIR* - высокая скорость.
4. Стандарт для *бытовой* аппаратуры.

### Диоды:

1. Излучающий светодиод - излучает в диапазоне  $30^\circ$ .



2. Пид-диод (фотодиод) - принимает  $15^\circ$



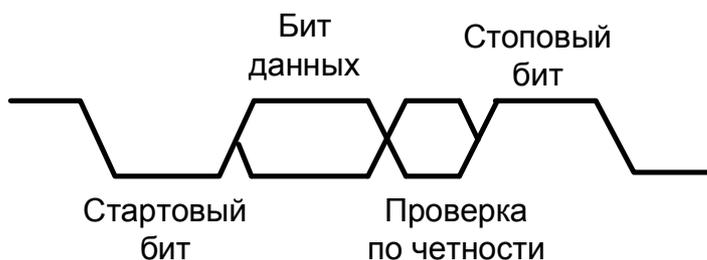
### Параметры интерфейса:

Длина надежной связи =  $10^{-9}$

Тип связи - полудуплексный

### Протоколы 7 уровней:

1. Физический уровень



Тактовая частота задается 24 МГц (тактовая частота генератора = 1МГц)  
Время импульса = 1,63 мкс = 3/16 бита  
В режимах MIR и FIR есть понятие кадра. Начало и конец отмечаются флагами.

Для MIR - 16-битный CRC-код

Для FIR - 32-битный CRC-код (позиционно-импульсный код для любой пары бит)

2. IrLAP - ИК модификация протокола HDLC для ИК-связи. Протокол описывает процедуру установления, нумерации и закрытия соединения.
3. Протокол установления соединения. IrLMP устройство сообщает о своем присутствии .  
Позволяет обнаруживать сервисы, предоставляемые другими устройствами, проверять потоки данных и выступать в роли мультиплексора.
4. Транспортный протокол Tiny TP - обслуживает внутренние каналы, производит установку данных в пакеты и сборку данных из пакетов.
5. IrCOMM - позволяет через ИК-связь эмулировать  
- обычное 3-проводное подключение (аналог COM-порта). По протоколу TXD, RDX, GND.  
- 9-проводное подключение RS-232C
6. IrLAN - обеспечивает доступ к локальным сетям Ethernet, TokenRing. Требуется устройствам с интерфейсом IrDA, подключенным к сети.
7. Протокол объектного обмена (выс. уровень). IrOBEX - определяет команды ввода-вывода (имеет расширение для мобильной связи).

### **Приемопередатчики ИК.**

- Внутренние приемопередатчики для низкой скорости - подключаются с помощью схемы UART.
- Для средней и высокой скорости - используется специализированная схема контроллеров, которая обеспечивает прямое обращение к шине (Pc87109). Контроллер выполнен в виде карты расширения или интегрируется в системную плату. Приемопередатчик подключается напрямую или через специальный разъем.
- Внешние ИК-адаптеры выполняются с интерфейсом RS-232C или с шиной USB.

### **Системная поддержка.**

Можно подключить:

- Связь между компьютерами
- Вывод на печать
- Соединение с ЛВС
- Синхронизацию данных
- Сотовые телефоны
- Цифровые фотоаппараты и камеры

## Литература

### Современная

1. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2002. – 528с. (681.32 Г93)
2. Гук М.. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2003 – 928с.(681.32 Г93)
3. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК, 12-е изд. Издат. дом «Вильямс», 2001. – 1184с.(681.32 М98)

### Дополнительная учебная. (старая)

4. Гук М. Интерфейсы ПК: справочник. – СПб.,1999 – 416с.
5. Нортон.Д. Написание драйверов для Windows. – М: Мир, 1994 – 560с.
6. Мячев А.А. Интерфейсы средств вычислительной техники. Энциклопедический справочник, М.: Радио и связь, 1993г.- 352с.