

Параллельные порты РС

За многолетнюю историю развития персональных компьютеров **параллельный порт** (parallel port), который часто называют **принтерным портом** (printer port) остается самым быстрым и надежным способом подключения к РС принтера и других устройств. Параллельная передача восьми битов данных и автоматическое управление потоком данных с помощью сигналов **квитирования** (handshaking) делают ненужными внешние схемы для декодирования данных и управляющих сигналов. Широкое применение параллельных портов объясняется их простотой и высокой производительностью. Более того, параллельный порт позволяет вводить до девяти битов и выводить до 12 битов одновременно, требуя минимальных внешних схем для реализации многих простых задач.

Стандартный параллельный порт (SPP)

Стандартный параллельный порт (Standard Parallel Port - **SPP**) представлен на задней стенке компьютера 25-контактным разъемом D-типа с отверстиями. Обычно кабель для этого разъема имеет на втором конце 34-контактный разъем, предназначенный для подключения к принтеру. Именно параллельный порт РС часто называется **принтерным портом** (printer port). На рисунке показаны разъемы и кабель для подключения принтера. Слева находится разъем со штырьками, предназначенный для параллельного порта РС, а справа - разъем для принтера.



В компьютере на разъем выведено четыре линии управления (CONTROL), пять линий состояния (STATUS) и восемь линий данных (DATA). Приведенные группы сигналов доступны через соответствующие регистры, которые часто тоже называются **портами**. Оставшиеся восемь контактов заземлены.

Более новые параллельные порты определены стандартом IEEE 1284, который был опубликован в 1994 г. Этот стандарт определяет пять режимов работы:

1. Режим совместимости (Compatibility Mode).
2. Режим тетрад (Nibble Mode).
3. Режим байтов (Byte Mode).
4. Режим улучшенного параллельного порта (Enhanced Parallel Port - **EPP**).
5. Режим порта с расширенными возможностями (Extended Capabilities Port - **ECP**).

Цель стандарта заключалась в том, чтобы разработать новые драйверы и устройства, совместимые друг с другом и обратно совместимые со стандартным параллельным портом (Standard Parallel Port - **SPP**). Для режимов совместимости, тетрад и байтов используются стандартные схемы, имеющиеся на оригинальных картах параллельного порта, а для режимов EPP и ECP требуются дополнительные схемы, которые работают быстрее, но все же обратно совместимы со стандартным параллельным портом.

В режиме совместимости, или **режиме Centronics**, как его обычно называют, можно передавать данные только в прямом направлении, т.е. **выводить** данные, с типичной скоростью около 50 КБ/с, но возможна и большая скорость до 150 КБ/с. Для ввода данных необходимо перейти в режим тетрад или байтов. Режим тетрад позволяет **вводить** тетрады (4 бита) из устройства в PC. Режим байтов использует двунаправленные средства (имеющиеся только на некоторых картах) для ввода байтов (8 битов).

Порты EPP и ECP используют дополнительные схемы для управления и генерирования квитирования. Для вывода байта в принтер в режиме совместимости **программа** должна выполнить следующие действия:

Записать байт в порт данных.

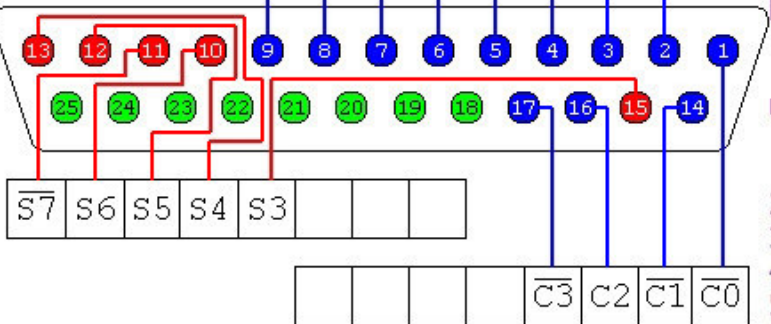
Проверить, не занят ли принтер. Если принтер занят, он не воспринимает никаких данных, поэтому все записываемые в него данные теряются.

Выдать сигнал stroba Strobe (контакт 1) с низким уровнем. Он показывает принтеру, что на линиях данных (контакты 2-9) имеются достоверные данные.

Установить высокий уровень stroba, подождя примерно 5 мкс после формирования низкого уровня (на этапе 3).

Программное управление выводом ограничивает скорость стандартного параллельного порта. Более совершенные порты EPP и ECP решают эту проблему, позволяя схемно проверять занятость принтера и генерировать strob и/или подходящие сигналы квитирования. Благодаря этому необходимо выполнить только одну команду вывода, что повышает скорость работы. Новые порты могут выводить данные со скоростью 1-2 МБ/с. Кроме того, порт ECP использует каналы прямого доступа к памяти (Direct Memory Access - **DMA**) и буферы **FIFO** (First In - First Out), поэтому данные можно передавать без применения команд вывода.

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0



Аппаратные средства

В следующей таблице приведена разводка 25-контактного разъема D-типа компьютера и 34-контактного разъема Centronics, который обычно имеется на принтерах. Однако стандарт IEEE 1284 определяет три разных разъема для использования с параллельным портом. Первый разъем 1284 Type A - это обычный 25-контактный разъем D-типа. Второй 36-контактный разъем 1284 Type B является разъемом Centronics. Третий разъем IEEE 1284 Type C представляет собой 36-контактный разъем, похожий на разъем Centronics, но меньше по размерам. Он имеет лучший фиксатор, лучшие электрические параметры и к нему проще подключать кабель. Два дополнительных сигнала можно использовать для проверки включенного состояния устройства. Этот разъем признан перспективным для применения в новых разработках.

# контакта (D-25)	# контакта (Centronics)	Сигнал SPP	Направление	Регистр	Аппаратно инвертирован
1	1	nStrobe	Вход/Выход	Управления	Да
2	2	Данные 0	Выход	Данных	
3	3	Данные 1	Выход	Данных	
4	4	Данные 2	Выход	Данных	
5	5	Данные 3	Выход	Данных	
6	6	Данные 4	Выход	Данных	
7	7	Данные 5	Выход	Данных	
8	8	Данные 6	Выход	Данных	
9	9	Данные 7	Выход	Данных	
10	10	nAck	Вход	Состояния	
11	11	Busy	Вход	Состояния	Да
12	12	Paper-Out / Paper-End	Вход	Состояния	
13	13	Select	Вход	Состояния	
14	14	nAuto-Linefeed	Вход/Выход	Управления	Да
15	32	nError / nFault	Вход	Состояния	
16	31	nInitialize	Вход/Выход	Управления	
17	36	nSelect-Printer / nSelect-In	Вход/Выход	Управления	Да
18 - 25	19-30	Земля	Земля		

Буква **n** перед названием сигнала означает сигнал с низким уровнем активности, например **nError**. Если в принтере возникла ошибка, на этой линии будет низкий уровень. Обычно на ней действует высокий уровень, показывая правильное функционирование принтера. Слова "Аппаратно инвертирован" означают, что сигнал инвертируется схемами параллельного порта. Здесь примером служит линия **Busy**. Если на этой линии действует напряжение +5 В (логическая 1) и производится считывание регистра состояния, то этот уровень возвращается как 0 в бите 7 регистра состояния.

Сигналы параллельного порта представлены обычными ТТЛ-уровнями. Большинство параллельных портов реализовано на основе специализированной микросхемы, которая отводит (Sink) и отдает (Source) ток около 12 мА. Однако в справочных данных могут встретиться и другие значения, например Sink/Source 6 мА, Source 12 мА/Sink 20 мА, Sink 16 мА/Source 4 мА.

Линии данных представляет собой настоящие проводники, по которым информация передается от компьютера в устройство (и от устройства в компьютер в новых портах). Для уменьшения влияния помех каждая линия данных имеет соответствующую земляную линию. Эти земляные линии обеспечивают также общий электрический эталон между компьютером и устройством. Остальные линии параллельно порта отведены для управления и квитирования (handshaking).

Чтобы обеспечить нахождение принтера в известном начальном состоянии, выдаваемый компьютером сигнал **nInitialize** переводит принтер в такое состояние, в котором он находится после включения питания. Таким образом, инициализация принтера сигналом **nInitialize** эквивалентна выключению принтера и последующему включению.

Сигнал на линии **Select** сообщает компьютеру о том, что периферийное устройство находится в **онлайновом режиме** (online) и готово принимать данные. Компьютер не посылает данные, если на линии **Select** имеется сигнал с низким уровнем. Обычно состояние этого сигнала соответствует индикатору "on-line" на принтере.

Когда компьютер сформировал на линиях данных сигналы достоверных данных, устройству необходимо сообщить о готовности данных. Именно для этого предназначен импульсный сигнал строга **nStrobe**, который должен заставить устройство воспринять байт данных и сохранить его в буфере для последующей обработки.

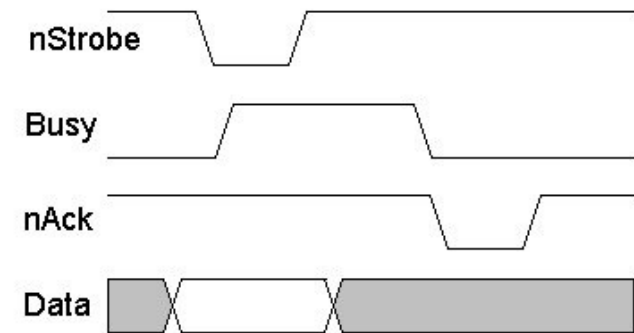
Для достижения высокой скорости передачи данных принтеру необходим конкретный метод координации передач. Компьютер должен ожидать между байтами до тех пор, пока принтер не будет готов к возобновлению приема новых байтов. Принтеры используют сигнал занятости **Busy** для задержки компьютера до тех пор, пока принтер не будет в состоянии готовности к приему следующего байта. Принтер формирует высокий уровень сигнала **Busy** в ответ на получение сигнала **nStrobe** и этот уровень сохраняется до тех пор, пока не подготовится к приему следующего байта. Отметим, что сигнал **Busy** может задержать компьютер на любой временной интервал, если возникла серьезная ошибка, например замятие бумаги. Когда же принтер обработал байт, он должен запросить у ожидающего компьютера следующий байт. Принтер снимает сигнал **Busy** и выдает короткий импульс подтверждения **nAck**. Таким образом с помощью сигналов **nStrobe**, **Busy** и **nAck** осуществляется управление (квитирование) передачей данных в параллельном порту.

В некоторых принтерах управляющий символ возврата каретки (Carriage Return - CR) автоматически транспортирует бумагу на следующую строку, а в других просто возвращает каретку в начало текущей строки без транспорта бумаги. Во многих принтерах любой из этих вариантов можно установить переключателем, но можно управлять этим и с помощью сигнала **nAuto-LineFeed**. Низкий уровень этого сигнала заставляет принтер автоматически производить транспорт бумаги на одну строку при получении управляющего символа CR.

Линия **nSelect-Printer** позволяет компьютеру дистанционно переводить периферийное устройство в онлайнный или офлайнный режим. Большинство параллельных портов поддерживают на этой линии низкий уровень, чтобы устройство автоматически воспринимало данные. Сигнал высокого уровня на этой линии запрещает работу устройства. Сигнал **nError** от периферийного устройства сообщает компьютеру о возникшей проблеме, препятствующей печати, но не конкретизирует ее. Ошибку может вызвать множество причин, детали которых зависят от периферийного устройства. Обычно в сигнал **nError** "собираются" такие ситуации, как отсутствие бумаги (эту причину конкретизирует сигнал **Paper Out**), нахождение принтера в **офлайнном режиме** (offline mode) или внутренние сбои схем принтера.

Интерфейс Centronics

Centronics - это старый стандарт (его часто называют интерфейсом и протоколом) на передачу данных из компьютера (хоста - host) в принтер. Квитирование этого стандарта используется в большинстве принтеров и обычно реализуется программно. На рисунке показана упрощенная диаграмма протокола Centronics.



Сначала на контакты 2-9 параллельного порта выдаются данные. Затем хост проверяет занятость принтера, т.е. на линии Busy должен действовать низкий уровень. После этого программа выдает строб, ожидает минимум 1 мкс и снимает строб. Данные обычно считываются устройством по нарастающему фронту строба. Принтер показывает свою занятость обработкой данных по линии Busy. Когда принтер воспринял данные, он подтверждает байт отрицательным импульсом длительностью около 5 мкс на линии nAck.

Часто для экономии времени хост игнорирует сигнал на линии nAck. При рассмотрении порта с расширенными возможностями ECP будет показана реализация быстрого режима Centronics (Fast Centronics Mode), в котором квитирование осуществляется схемно. Программист должен только записать байт данных в порт ввода-вывода. Схемы проверяют занятость принтера и формируют строб. Отметим, что в этом режиме линию nAck не контролируется.

Адреса портов

Адрес	Примечания
3BCh - 3BFh	Используется для параллельных портов на видеокартах - не поддерживает адресов ECP
378h - 37Fh	Обычный адрес для LPT1
278h - 27Fh	Обычный адрес для LPT2

для параллельных портов, но могут изменяться в разных PC.

При включении компьютера BIOS определяет число имеющихся портов и присваивает им имена LPT1, LPT2 и LPT3. Вначале BIOS обращается по адресу 3BCh. Если там обнаруживается параллельный порт, ему присваивается имя LPT1, а затем проверяется адрес 378h. Если там обнаруживается параллельный порт, ему присваивается следующее свободное имя. Им будет LPT1, если по адресу 3BCh не найдена карта, или LPT2, если карта была найдена. Аналогично проверяется порт по адресу 278h. В результате можно иметь LPT2 по адресу 378h, а не ожидаемому адресу 278h.

Ситуацию усложняет то, что некоторые производители карт параллельного порта устанавливают переключки, которые позволяют настроить порт на LPT1, LPT2, LPT3. Какой же теперь адрес у LPT1? В большинстве карт LPT1 находится по адресу 378h, а LPT2 - по адресу 278h, но некоторые используют 3BCh как LPT1, 378h как LPT1 и 278h как LPT2.

Начальный адрес	Функция
0000:0408	Базовый адрес LPT1
0000:040A	Базовый адрес LPT2
0000:040C	Базовый адрес LPT3
0000:040E	Базовый адрес LPT4 (*)

Параллельный порт имеет три общепринятых базовых адреса, которые приведены в следующей таблице. Базовый адрес 3BCh был вначале введен для параллельных портов на первых видеокартах. После того, как параллельные порты были вынесены с видеокарт, этот адрес исчез. Впоследствии он появился как вариант для параллельных портов, интегрированных в материнские платы, где конфигурацию можно изменять с помощью BIOS. Имени LPT1 обычно присваивается базовый адрес 378h, а LPT2 - адрес 278h. Однако далее показано, что это не всегда соблюдается. Адреса 378h и 278h почти всегда используются

Для интерфейса с портом вместо имени часто используется базовый адрес, а не имена LPT1 и др. Таблица адресов портов находится в области данных BIOS. Когда BIOS назначает адреса принтерным устройствам, он сохраняет адреса в конкретных ячейках памяти и их там можно найти. *Примечание * : В новых BIOS адрес 0000:040E из области данных BIOS может использоваться как расширенная область данных BIOS (Extended BIOS Data Area).*

Программные регистры (порты) стандартного параллельного порта

Порт данных

Смещение	Название	Read/Write	Биты	Назначение
База + 0	Порт данных	Write (*)	Бит 7 - 0	Данные 7 - 0

*Примечание *:* Если порт является двунаправленным, то допускается выполнение операций Read (ввод) и Write (вывод).

Базовый адрес, обычно называемый **портом данных** или **регистром данных**, просто используется для вывода данных на линии данных (контакты 2-9) параллельного порта. Обычно этот регистр допускает только запись (Write). При считывании из порта вводится последний переданный байт. В случае двунаправленного порта (см. далее) по этому адресу находятся принятые данные.

Порт состояния

Смещение	Название	Read/Write	Бит	Назначение
База + 1	Порт состояния	Только Read	Бит 7	Busy
			Бит 6	Ack
			Бит 5	Paper Out
			Бит 4	Select In
			Бит 3	Error
			Бит 2	IRQ (инвертирован)
			Бит 1	Зарезервирован
			Бит 0	Зарезервирован

Порт состояния допускает только считывание, поэтому все записываемые в него данные игнорируются. Порт имеет пять входных линий (контакты 10, 11, 12, 13 и 15), бит запроса прерывания IRQ и два зарезервированных бита. Бит 7 (Busy) является входным сигналом с низким уровнем активности, т.е. если бит 7 содержит 0, то на контакте 11 имеется напряжение +5 В. Так же действует бит 2 (nIRQ) - если бит содержит 1, то прерывания не возникло.

Порт управления

Смещение	Название	Read/Write	Бит	Назначение
База + 2	Порт управления	Read/Write	Бит 7	Не используется
			Бит 6	Не используется
			Бит 5	Разрешение двунаправленного порта
			Бит 4	Разрешение IRQ через линию Ack
			Бит 3	Select Printer
			Бит 2	Инициализация принтера (Reset)
			Бит 1	Auto Linefeed
			Бит 0	Strobe

Порт управления (базовый адрес + 2) был предназначен только для записи. При подключении к параллельному порту принтера используются четыре сигнала управления: строб Strobe (бит 0), автоматический перевод строки Auto Linefeed (бит 1), инициализации Reset (бит 2) и выбора принтера Select Printer (бит 3). Все эти сигналы кроме Reset инвертированы.

Принтер не выдает сигнал для инициализации компьютера и не сообщает компьютеру использовать автоматический перевод строки. Однако приведенные ранее четыре выхода можно использовать для ввода. Если компьютер вывел на контакт высокий уровень (+5 В), а устройство хочет сделать его низким, порт закорачивается, вызывая конфликт. Поэтому эти выходы выполнены по схеме "открытый коллектор". Они имеют два состояния: низкий уровень (0 В) и высокоимпедансное состояние (разомкнутая цепь).

Обычно карта принтера имеет внутренние "вытягивающие" (pull-up) резисторы, но они есть не на всех картах. Некоторые карты имеют просто выходы типа открытый коллектор, а другие - обычные пушпульные (totem) выходы. Чтобы устройство правильно работало с максимально большим числом принтерных портов, можно использовать внешний резистор. Если уже есть внутренний резистор, то внешний резистор действует параллельно ему, а в случае пушпульного выхода - как нагрузка.

Величина внешнего резистора обычно составляет 4.7 кОм. Не рекомендуется применять меньший резистор с учетом того, что на карте может быть внутренний резистор. В высокоимпедансном состоянии контакт параллельного порта имеет высокий уровень +5 В. В этом состоянии внешнее устройство может установить низкий уровень и заставить порт управления считать другое значение. Благодаря этому четыре контакта порта управления можно использовать для двунаправленной передачи данных. Однако для считывания данных через порт управления необходимо установить его на xxxx0100, чтобы все контакты имели +5 В и устройство могло установить низкий уровень (землю - логический 0).

Биты 4 и 5 предназначены для внутреннего управления. Бит 4 разрешает запрос прерывания IRQ (см. далее), а бит 5 разрешает двунаправленный порт, т.е. можно вводить 8 битов по линиям DATA 0-7. Этот режим возможен, если только его поддерживает карта. Биты 6 и 7 зарезервированы, любая запись в эти биты игнорируется.

Двунаправленные порты

Следующая схема показывает упрощенное представление регистра данных параллельного порта. Оригинальные платы параллельного порта реализованы на логике семейства 74LS. Сейчас применяются специализированные микросхемы, но принципы работы остались теми же.



Недвунаправленные порты выпускаются с сигналом разрешения выхода **nOE** микросхемы 74LS374, постоянно подключенным к земле, поэтому порт данных выполняет только вывод. При считывании из регистра данных данные берутся из схемы 74LS374, которая также подключена к контактам данных. Если запретить схему 74LS374, можно получить двунаправленный порт.

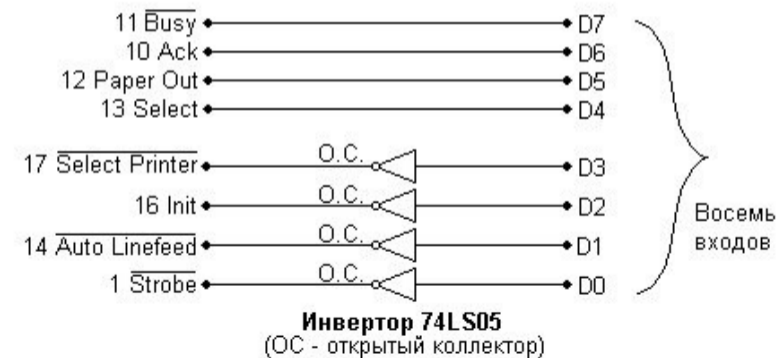
В двунаправленных портах бит 5 регистра управления соединяется с входом разрешением выхода **nOE** схемы 74LS374, так что выходные драйверы можно запретить (выключить). В этом случае можно без конфликтов считывать данные с контактов данных параллельного порта.

Бит 5 регистра управления разрешает или запрещает двунаправленную работу параллельного порта. Он действует только для истинно двунаправленных портов. Когда этот бит становлен в 1, контакты 2-9 переводятся в высокоимпедансное состояние. В этом состоянии можно вводить данные на эти линии и считывать их порта данных (базовый адрес). Записываемые в порт данные сохраняются, но не доступны на контактах данных. Для выключения двунаправленного режима бит 5 порта управления нужно сбросить в 0.

Однако не все порты действуют одинаково. Некоторые порты могут потребовать установки бита 6 порта управления для разрешения двунаправленного режима, а бита 5 - для запрещения его. Различные производители реализуют свои двунаправленные порты по-разному. Если необходимо использовать двунаправленный порт для ввода данных, следует вначале с помощью логического пробника или мультиметра убедиться в том, что порт является двунаправленным.

Использование параллельного порта для ввода восьми бит

Если параллельный порт не поддерживает двунаправленного режима, все же можно осуществить ввод до девяти бит. Для этого можно использовать пять входных линий порта состояния и четыре входные линии (открытый коллектор) порта управления в соответствии со следующей схемой.

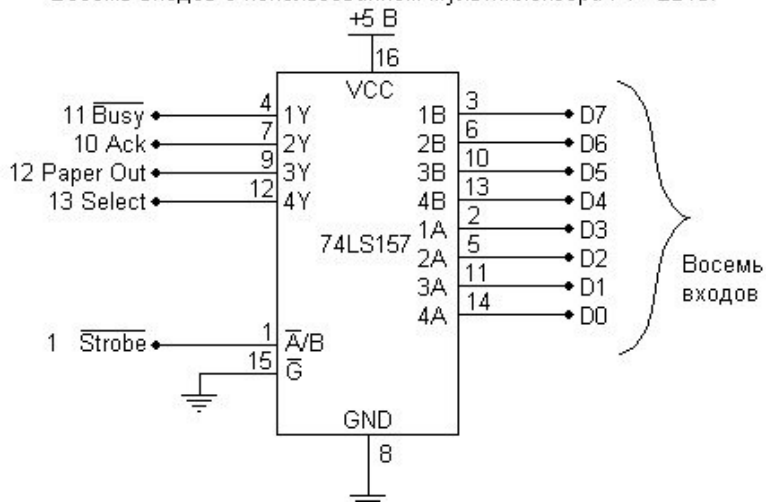


Входы параллельного порта выбраны так, чтобы упростить подключения. Сигнал Busy является старшим битом 7 порта состояния, а затем идут сигналы Ack, Paper Out и Select порта состояния, образуя старшую тетраду. Черточки показывают, какие входы аппаратно инвертируются, т.е. +5 В считывается как логический 0, а 0 В - как логическая 1. Порт состояния имеет только один инвертированный вход.

Младшая тетрада считывается из порта управления (Select Printer, Init, Auto Linefeed, Strobe). Здесь использованы инверторы с открытым коллектором. При этом могут потребоваться "вытягивающие" (pull-up) резисторы 4.7 кОм.

Режим тетрад

Восемь входов с использованием мультиплексора 74 LS157



Режим тетрад (nibble mode) является предпочтительным способом ввода восьми битов данных без перевода порта в инверсный режим и использования линий данных. Этот режим реализуется наиболее просто. Для поочередного считывания тетрад применяется мультиплексор (счетверенный 2:1). Объединение тетрад в байт осуществляется программно. Конечно, этот способ несколько медленнее предыдущих. Здесь для считывания одного байта требуется несколько команд ввода-вывода и необходима внешняя микросхема.

Мультиплексор 74LS157 работает очень просто, как четыре переключателя. Когда вход $A/B = 0$ (низкий), выбираются входы A, т.е. вход 1A передается на выход 1Y, вход 2A на выход 2Y и т.д. Когда вход $A/B = 1$ (высокий), выбираются входы B. Выходы Y подключаются к порту состояния параллельного порта так, чтобы они оказались старшей тетрадой регистра состояния. Хотя такое подключение и необязательно, но при этом несколько упрощается программа.

Использование прерывания IRQ параллельного порта

Запрос прерывания параллельного порта не используется для печати под DOS. Прерывания хороши для устройств, момент активизации которых неизвестен, например датчика высокой температуры. В этом случае эффективнее работать по прерыванию, чем периодически программно опрашивать датчик. Кроме того, прерывания особенно важны для мультитасочной операционной системы.

Обычно запросом прерывания параллельного порта служит линия IRQ 5 или IRQ 7, но может быть и другая. Возможно, что прерывания на карте полностью запрещены, если она применяется только для печати. Прерывания параллельного порта можно разрешать и запрещать с помощью бита 4 регистра управления - разрешение IRQ через линию Ack (Enable IRQ Via Ack Line). Разрешенное прерывание возникает при переходе от низкого уровня к высокому (нарастающий фронт) сигнала nAck. Однако некоторые карты запускают прерывание по переходу от высокого уровня к низкому.