

Интерфейсы персонального компьютера Системная магистраль isa

Сразу же оговоримся, что под интерфейсами персонального компьютера в данном случае имеются в виду только внешние интерфейсы, то есть средства сопряжения с внешними по отношению к компьютеру в целом устройствами. При этом внешние устройства могут быть как стандартными (например, принтер или модем), так и нестандартными (например, измерительные и управляющие модули, приборы, установки).

В настоящее время компьютеры могут иметь множество внешних интерфейсов. Наиболее распространены следующие:

- системная шина (магистраль) ISA;
- шина PCI;
- шина AGP;
- шина PC Cards (старое название PCMCIA) — обычно только в ноутбуках;
- параллельный порт (принтерный, LPT-порт) Centronics;
- последовательный порт (COM-порт) RS-232C;
- последовательный порт USB (Universal Serial Bus);
- последовательный инфракрасный порт IrDA.

Кроме того, компьютеры могут иметь разъемы для подключения внешнего монитора, клавиатуры, мыши. Некоторые компьютеры имеют встроенные модемы и сетевые адаптеры, тогда они располагают, соответственно, телефонным и сетевым внешними интерфейсами.

Подключение стандартных внешних устройств обычно не вызывает никаких проблем: надо только присоединить устройство к компьютеру соответствующим стандартным кабелем и (возможно) установить на компьютер программный драйвер. Знать особенности внешних интерфейсов пользователю в данном случае не обязательно. В случае инфракрасного порта не нужен даже кабель.

Гораздо сложнее ситуация, когда к компьютеру требуется присоединить нестандартное внешнее устройство. В этом случае необходимо доскональное знание особенностей используемых интерфейсов и умение эффективно с ними работать. Ограниченный объем книги не позволяет полностью рассмотреть данный вопрос, поэтому мы остановимся только на общем описании некоторых внешних интерфейсов компьютера.

Чаще всего для подключения нестандартных внешних устройств используются системная магистраль ISA, параллельный интерфейс Centronics (LPT) и последовательный интерфейс RS-232C (COM).

1. Системная магистраль isa

Системная шина (магистраль) ISA была разработана специально для персональных компьютеров типа IBM PC AT и является фактическим стандартом. В то же время, отсутствие официального международного статуса магистрали ISA (она не утверждена в качестве стандарта ни одним

международным комитетом по стандартизации) приводит к тому, что многие производители допускают некоторые отклонения от фирменного стандарта.

ISA явилась расширением магистрали компьютеров IBM PC и IBM PC XT. В ней было увеличено количество разрядов адреса и данных, увеличено число линий аппаратных прерываний и каналов ПДП, а также повышена тактовая частота. К 62-контактному разъему прежней магистрали был добавлен 36-контактный новый разъем. Тем не менее, совместимость была сохранена, и платы, предназначенные для IBM PC XT, годятся и для IBM PC AT. Характерное отличие *ISA* состоит в том, что ее тактовый сигнал не совпадает с тактовым сигналом процессора, как это было в IBM PC XT, поэтому скорость обмена по ней не пропорциональна тактовой частоте процессора.

Магистраль *ISA* относится к немультимплексированным (то есть имеющим отдельные шины адреса и данных) 16-разрядным системным магистралям среднего быстродействия. Обмен осуществляется 8-ми или 16-ти разрядными данными. На магистрали реализован отдельный доступ к памяти компьютера и к устройствам ввода/вывода (для этого имеются специальные сигналы). Максимальный объем адресуемой памяти составляет 16 Мбайт (24 адресные линии). Максимальное адресное пространство для устройств ввода/вывода — 64 Кбайт (16 адресных линий), хотя практически все выпускаемые платы расширения используют только 10 младших адресных линий (1 Кбайт). Магистраль поддерживает регенерацию динамической памяти, радиальные прерывания и прямой доступ к памяти. Допускается также захват магистрали.

Разъем магистрали *ISA* разделен на две части, что позволяет уменьшать размеры 8-разрядных плат расширения, а также использовать платы, разработанные для компьютеров IBM PC XT. Внешний вид плат расширения показан на рис. 8.1. Назначение контактов разъемов представлено в табл. 1. На магистрали присутствуют четыре напряжения питания: +5 В, -5 В, +12 В и -12 В, которые могут использоваться платами расширения.

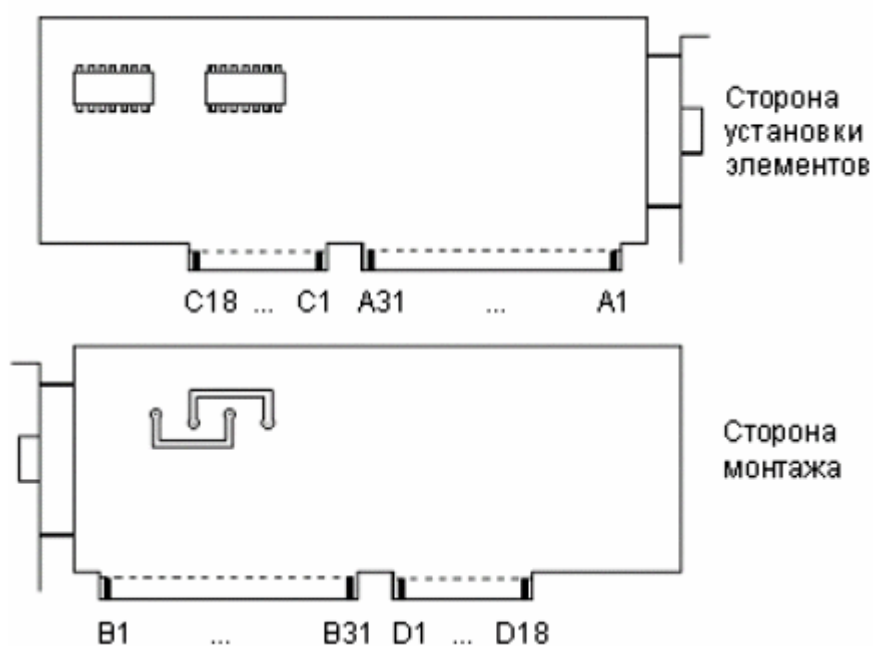


Рис. 1. Нумерация контактов разъема ISA (для IBM PC XT — только A1 ... A31 и B1 ... B31).

В роли задатчика (*Master*) магистрали могут выступать процессор, контроллер ПДП, контроллер регенерации или другое устройство. Исполнителями (*Slave*) могут быть системные устройства компьютера, подключенные к *ISA*, или платы (карты) расширения.

Наиболее распространенное конструктивное исполнение магистрали — разъемы (слоты), все одноименные контакты которых параллельно соединены между собой, то есть все разъемы абсолютно равноправны. В слоты устанавливаются платы расширения, которые оснащены интерфейсными разъемами магистрали, выполненными печатными проводниками на краю платы. Количество установочных мест для плат расширения зависит от типа корпуса компьютера и составляет обычно от 2 до 8 и даже более.

В таблице 1 знак минус перед названием сигнала говорит о том, что активному (рабочему) уровню сигнала соответствует низкий уровень напряжения на соответствующей линии магистрали. На линиях адреса и данных логическому нулю соответствует низкий уровень напряжения, а единице — высокий (то есть логика положительная).

Таблица 1. Назначение контактов разъема магистрали ISA					
Контакт	Цепь	Контакт	Цепь		
A1	-I/O CH CK	B1	GND		
A2	SD7	B2	RESET DRV		
A3	SD6	B3	+5 В		
A4	SD5	B4	IRQ9 (IRQ2)		
A5	SD4	B5	-5 В		
A6	SD3	B6	DRQ2		
A7	SD2	B7	-12 В		
A8	SD1	B8	0WS		
A9	SD0	B9	+12 В		
A10	I/O CH RDY	B10	GND		
A11	AEN	B11	-SMEMW		
A12	SA19	B12	-SMEMR		
A13	SA18	B13	-IOW		
A14	SA17	B14	-IOR		

A15	SA16	B15	-DACK3		
A16	SA15	B16	DRQ3		
A17	SA14	B17	-DACK1		
A18	SA13	B18	DRQ1		
A19	SA12	B19	-REFRESH		
A20	SA11	B20	SYSCLK		
A21	SA10	B21	IRQ7		
A22	SA9	B22	IRQ6		
A23	SA8	B23	IRQ5		
A24	SA7	B24	IRQ4		
A25	SA6	B25	IRQ3		
A26	SA5	B26	-DACK2		
A27	SA4	B27	T/C		
A28	SA3	B28	BALE		
A29	SA2	B29	+5 B		
A30	SA1	B30	OSC		
A31	SA0	B31	GND		
C1	-SBHE	D1	-MEM CS16		
C2	LA23	D2	-I/O CS16		
C3	LA22	D3	IRQ10		
C4	LA21	D4	IRQ11		
C5	LA20	D5	IRQ12		
C6	LA19	D6	IRQ15		
C7	LA18	D7	IRQ14		

C8	LA17	D8	-DACK0		
C9	-MEMR	D9	DRQ0		
C10	-MEMW	D10	-DACK5		
C11	SD8	D11	DRQ5		
C12	SD9	D12	-DACK6		
C13	SD10	D13	DRQ6		
C14	SD11	D14	-DACK7		
C15	SD12	D15	DRQ7		
C16	SD13	D16	+5 B		
C17	SD14	D17	-MASTER		
C18	SD15	D18	GND		

1.1. Назначение сигналов isa

Вкратце о сигналах *ISA* уже говорилось в разделе 2.2. Рассмотрим назначение основных, наиболее часто используемых сигналов магистрали *ISA* подробнее.

+

- SA0...SA19 — фиксируемые адресные разряды (они действительны в течение всего цикла обмена). 16-разрядным словам соответствуют четные адреса (SA0=0).
- LA17...LA23 — нефиксируемые адресные разряды. Используются для адресации памяти. Действительны только в начале цикла обмена (в адресной фазе).
- BALE — сигнал стробирования адресных разрядов (действительности адреса соответствует отрицательный фронт сигнала). Основное назначение — фиксация нефиксированных адресных разрядов в регистре-защелке.
- -SBHE — сигнал типа цикла передачи данных (8-ми или 16-разрядный цикл). Активен при передаче старшего байта.
- SD0...SD15 — разряды данных. По линиям SD0...SD7 передается младший байт, по линиям SD8...SD15 — старший байт.
- -SMEMR, -MEMR — стробы чтения данных из памяти. Сигнал -SMEMR вырабатывается только при обращении к адресам, не превышающим FFFF (находящимся в пределах младшего 1 Мбайта), а сигнал -MEMR — при обращении ко всем адресам памяти.
- -SMEMW, -MEMW — стробы записи данных в память. Сигнал -SMEMW вырабатывается только при обращении к адресам, не превышающим

- FFFFF (находящимся в пределах младшего 1 Мбайта), сигнал -MEMW — при обращении ко всем адресам памяти.
- -IOR — строб чтения данных из устройств ввода/вывода. При активном сигнале адресуемое устройство ввода/вывода должно выдать свои данные на шину данных.
 - -IOW — строб записи данных в устройства ввода/вывода. По этому сигналу адресуемое устройство ввода/вывода должно принять данные с шины данных.
 - -MEM CS16 — сигнал выставляется памятью для сообщения задатчику о том, что она имеет 16-разрядную организацию. Вырабатывается в ответ на распознавание адреса памяти.
 - -I/O CS16 — сигнал выставляется устройством ввода/вывода для сообщения задатчику о том, что оно имеет 16-разрядную организацию, и необходим 16-разрядный цикл обмена. Вырабатывается в ответ на распознавание своего адреса.
 - I/O CH RDY — сигнал снимается (делается низким) исполнителем (устройством ввода/вывода или памятью) по переднему фронту сигналов -IOR и -IOW в случае, если он не успевает выполнить нужную операцию в темпе задатчика. То есть этот сигнал используется для асинхронного обмена по магистрали.
 - -I/O CH CK — сигнал вырабатывается любым исполнителем (устройством ввода/вывода или памятью) для информирования задатчика о фатальной ошибке, например, об ошибке четности при доступе к памяти.
 - -OWS — сигнал выставляется исполнителем для информирования задатчика о необходимости проведения цикла обмена без вставки такта ожидания.
 - -REFRESH — сигнал регенерации, выставляется контроллером регенерации для информирования всех устройств на магистрали о выполнении циклов регенерации динамической памяти компьютера.
 - RESET DRV — сигнал сброса в начальное состояние всех устройств на магистрали. Вырабатывается центральным процессором при включении или сбое питания, а также при нажатии на кнопку сброса RESET компьютера.
 - SYSCLK — сигнал системного тактового генератора, тактовый сигнал магистрали. В большинстве компьютеров его частота равна 8 МГц независимо от тактовой частоты процессора.
 - OSC — не синхронизированный с SYSCLK сигнал кварцевого генератора с частотой 14,31818 МГц.
 - IRQ — сигналы запроса радиальных прерываний. Запросом является положительный переход на соответствующей линии IRQ.
 - DRQ — сигналы запроса ПДП.
 - -DACK — сигналы предоставления ПДП.
 - AEN — сигнал выбора устройства, запросившего ПДП. Отключает все остальные устройства, не участвующие в данном цикле ПДП.

1.2. Циклы обмена по isa

О циклах обмена по магистрали *ISA* уже упоминалось в разделе 2.2. Здесь мы рассмотрим их несколько подробнее, на уровне, достаточном для практического использования.

В режиме программного обмена информацией на магистрали ISA выполняется четыре типа циклов:

- цикл записи в память;
- цикл чтения из памяти;
- цикл записи в устройство ввода/вывода;
- цикл чтения из устройства ввода/вывода.

Циклы обмена с памятью и с устройствами ввода/вывода различаются между собой используемыми stroбами записи и чтения, а также временными задержками между сигналами.

Цикл обмена с устройствами ввода/вывода начинается с выставления задатчиком кода адреса на линиях SA0...SA15 и сигнала -SBHE, определяющего разрядность информации. Чаще всего используются только 10 младших линий SA0...SA9, так как большинство разработанных ранее плат расширения задействуют только их. В ответ на получение адреса исполнитель, распознавший свой адрес, должен сформировать сигнал -I/O CS16 в случае, если обмен должен быть 16-разрядным. Далее следует собственно команда чтения или записи.

При цикле чтения задатчик выставляет сигнал -IOR, в ответ на который исполнитель должен выдать данные на шину данных. Эти данные должны быть сняты исполнителем после окончания сигнала -IOR.

В цикле записи задатчик выставляет записываемые данные и сопровождает их стробом записи -IOW. Исполнитель должен принять эти данные (для гарантии — по заднему фронту сигнала -IOW).

На рис. 2 приведены временные диаграммы циклов обмена с устройствами ввода/вывода. Для простоты на одном рисунке показаны как цикл записи, так и цикл чтения, хотя производятся они, конечно, в разное время.

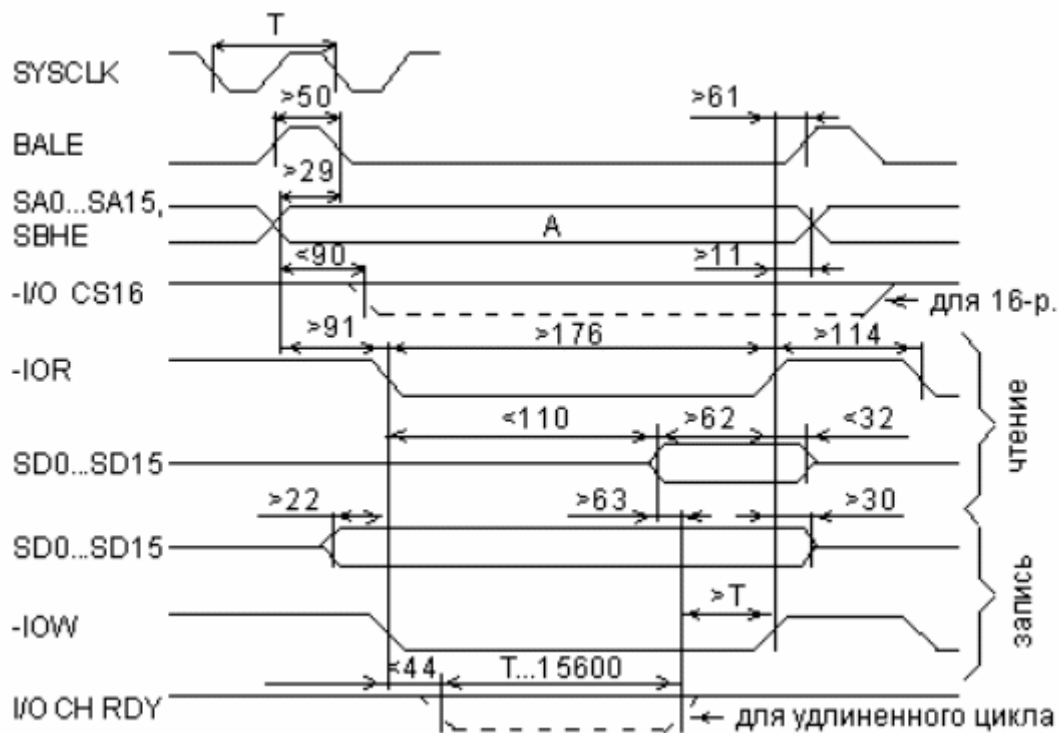


Рис.2.

Временные диаграммы циклов программного обмена с устройствами ввода/вывода (все интервалы в наносекундах).

Если исполнитель не успевает выполнить команду в темпе магистрали, он может приостановить на целое число периодов T сигнала $SYSCLK$ завершение цикла чтения или записи за счет снятия (перевода в низкий уровень) сигнала $I/O\ CH\ RDY$ (так называемый удлиненный цикл). Это производится в ответ на получение переднего фронта сигнала $-IOR$ или $-IOW$. Сигнал $I/O\ CH\ RDY$ может удерживаться низким не более 15,6 мкс, в противном случае процессор переходит в режим обработки немаскируемого прерывания NMI .

Разработчику ISA -устройств необходимо, прежде всего, обращать внимание на те *временные интервалы*, которые связаны с быстродействием аппаратуры этих устройств. Например, на обработку адреса селектору адреса отводится не более 91 нс, а буфер данных в цикле чтения должен выдавать данные на магистраль не более чем за 110 нс.

При циклах программного обмена с памятью используются те же самые сигналы, только вместо stroba чтения $-IOR$ применяются stroбы чтения $-MEMR$ и $-SMEMR$, а вместо stroba записи $-IOW$ — stroбы записи $-MEMW$ и $-SMEMW$. Для определения байтового или словного формата данных применяется сигнал $-MEM\ CS16$. Для асинхронного режима обмена (удлиненного цикла) здесь также используется сигнал $I/O\ CH\ RDY$. Отметим, что память должна обрабатывать все адресные разряды магистрали, включая и $LA17...LA23$.

На рис. 3 показана временная диаграмма обмена с памятью, причем здесь указаны только *временные интервалы*, отличающиеся от аналогичных интервалов на рис. 2. Для простоты на одном рисунке показаны как цикл записи в память, так и цикл чтения из памяти.

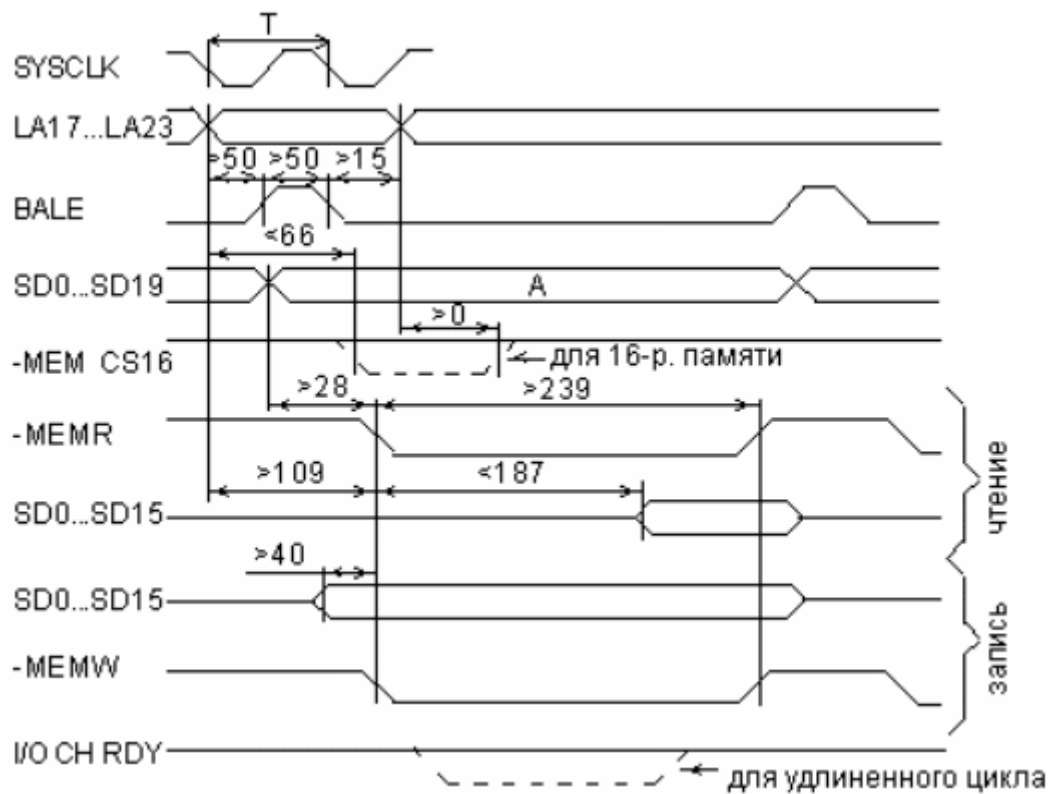


Рис.

3. Временные диаграммы циклов программного обмена с памятью (все интервалы в наносекундах).

В случае циклов прямого доступа к памяти (ПДП) используется другой *протокол обмена*. Так как магистраль *ISA* имеет отдельные стробы чтения и записи для устройств ввода/вывода и для памяти, пересылка данных в режиме ПДП производится за один машинный цикл. То есть если данные надо переслать из устройства ввода/вывода в память, то одновременно производится чтение данных из устройства ввода/вывода (по сигналу *-IOR*) и их запись в память (по сигналу *-MEMW*). Аналогично осуществляется пересылка данных из памяти в устройство ввода/вывода (по сигналам *-MEMR* и *-IOW*).

Цикл ПДП (рис. 4) начинается с запроса ПДП от исполнителя, желающего произвести обмен, с помощью одного из сигналов *DRQ*. После освобождения магистрали текущим задатчиком (например, процессором) контроллер ПДП через время t формирует соответствующий сигнал *-DACK*, говорящий о предоставлении ПДП запросившему его.

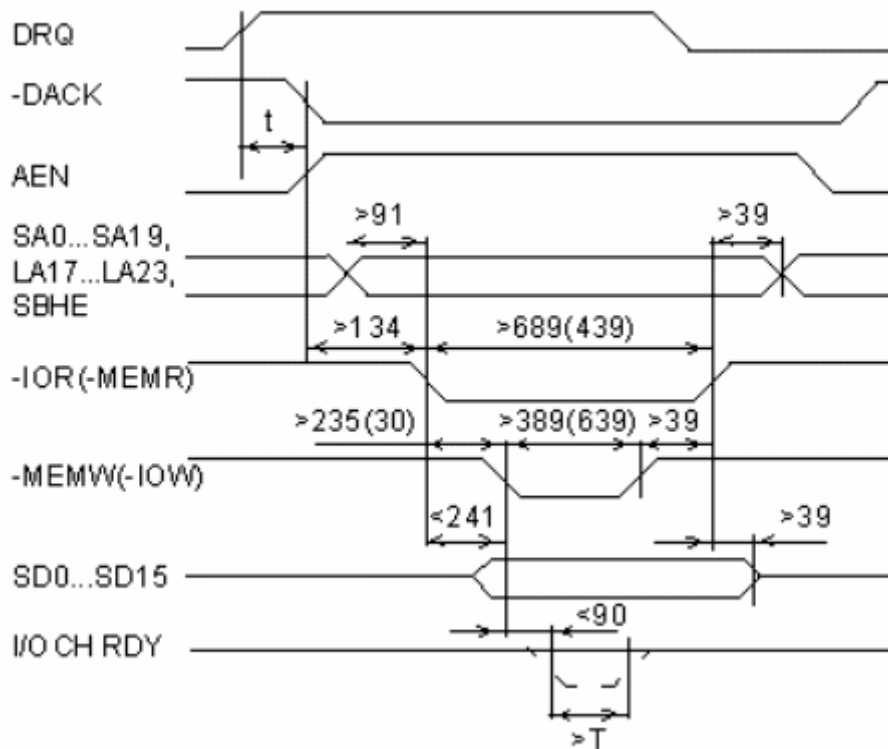


Рис.

4. Временная диаграмма циклов прямого доступа к памяти (все интервалы в наносекундах).

Затем контроллер ПДП вырабатывает адрес ячейки памяти, с которой будет производиться обмен в текущем цикле, и сигнал AEN, который говорит устройству ввода/вывода о том, что к нему идет обращение в режиме ПДП. После этого выставляется строб чтения (-IOR или -MEMR), в ответ на который источник передаваемых данных выставляет свою информацию на шину данных, и строб записи (-MEMW или -IOW), по которому данные записываются в приемник данных. Здесь так же, как и в обычном цикле, возможен асинхронный обмен (удлиненный цикл) с использованием сигнала I/O CH RDY. Для простоты на одном рисунке показано два цикла: передачи из памяти в устройство ввода/вывода и передачи из устройства ввода/вывода в память. *Временные интервалы* этих двух циклов несколько различаются.

При аппаратных прерываниях *протокол обмена* совсем простой, так как прерывания используются радиальные. Исполнитель, желающий инициировать прерывание, выставляет свой запрос (положительный переход на одной из линий IRQ) на магистраль. Контроллер прерываний, получив этот запрос, преобразует его в запрос прерываний процессора. Процессор, закончив выполнение текущей команды, переходит на адрес начала программы обработки данного прерывания, который однозначно определяется по номеру используемого сигнала IRQ. После обработки прерывания процессор возвращается к основной программе.

Для проведения регенерации динамической памяти компьютера используются специальные циклы регенерации (рис. 8.5).

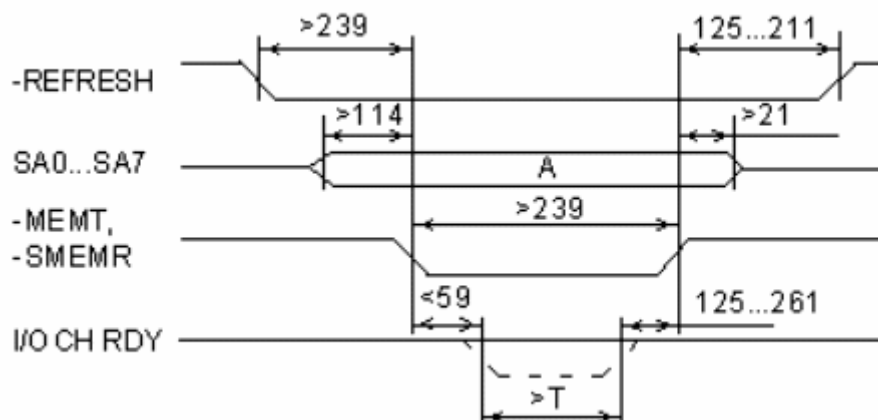


Рис. 5. Временные

диаграммы циклов регенерации на ISA (все интервалы указаны в наносекундах).

Такие циклы выполняет контроллер регенерации, который должен для этого получать управление магистралью каждые 15 микросекунд. Во время цикла регенерации производится чтение одной из 256 ячеек памяти (для адресации при этом используются только восемь младших разрядов адреса SA0...SA7). Читаемая информация нигде не применяется, то есть это цикл псевдочтения. Проведение 256 циклов регенерации, то есть псевдочтение из 256 последовательных адресов памяти, обеспечивает полное обновление информации в памяти и ее непрерывное сохранение. Если по каким-то причинам цикл регенерации памяти не производится вовремя, возможна потеря информации.

Цикл регенерации включает в себя выставление сигнала -REFRESH, сигналов кода адреса SA0...SA7 и stroba чтения из памяти -MEMR. В случае необходимости может использоваться сигнал I/O CH RDY, обеспечивающий асинхронный обмен.

При включении питания, а также при нажатии кнопки RESET на передней панели компьютера на магистрали вырабатывается сигнал RESET DRV, который используется всеми устройствами, подключенными к магистрали для сброса в исходное состояние и отключения от магистрали.

Захват магистрали сторонним задатчиком, в принципе, предусмотренная стандартом, используется на практике довольно редко, так как требует от устройства, захватившего магистраль, полного управления ею, включая и поддержку периодической регенерации памяти.

Электрические характеристики магистрали предъявляют жесткие требования ко всем подключаемым устройствам по величине входных и выходных токов, а также по потребляемой мощности. В противном случае возможен выход из строя всего компьютера в целом.

Стандарт определяет, что выходной ток любого источника магистральных сигналов не должен быть меньше 24 мА, а входной ток любого приемника магистральных сигналов не должен превышать 0,8 мА. Кроме того, нарушения в работе компьютера может вызвать несоблюдение временных ограничений, накладываемых используемыми *протоколами обмена* во всех рассмотренных циклах.

1.3. Распределение ресурсов компьютера

Помимо архитектуры аппаратных средств и параметров системной шины специфика любого компьютера определяется принятым стандартным распределением всех его ресурсов. Соблюдать правила, установленные этим распределением, должны и программисты (как системные, так и занимающиеся разработкой прикладных программ), и разработчики дополнительного оборудования, и даже те пользователи, которые просто хотят установить в компьютер новую плату расширения. В случае малейшего нарушения этих правил возможны как непредсказуемые сбои в работе компьютера, невозможность его начальной загрузки, так и полный выход компьютера из строя.

Под *распределением ресурсов* в данном случае понимается:

- распределение адресного пространства системной памяти, отведение отдельных областей памяти под особые цели;
- распределение адресного пространства устройств ввода/вывода, в том числе для системных средств компьютера;
- распределение каналов запроса прерываний, в том числе для системных устройств;
- распределение каналов запроса прямого доступа к памяти.

Понятно, что если программист захочет использовать те адреса памяти, которые отведены для системных нужд (например, для памяти дисплея или системных таблиц), то работоспособность компьютера нарушится. Если выполняемая программа попытается записать какую-либо информацию по тем адресам системной памяти, которые стандартом отведены под постоянную память (ROM), то записываемая информация будет просто потеряна, и программа работать не будет. Если писать информацию по тем адресам памяти, которые отведены под видеопамять, то будет искажаться изображение на экране видеомонитора.

Если вставляемая в компьютер плата расширения использует неправильные (занятые другими устройствами) адреса в адресном пространстве памяти, то ее работа будет невозможна, и не исключен даже выход из строя аппаратуры компьютера (так как при циклах чтения из перекрывающихся адресов памяти два устройства будут выставлять свои данные на шину одновременно, что может стать причиной выгорания буферных микросхем).

Если разработчик платы расширения с устройством ввода/вывода или пользователь, подключающий новую плату расширения, установят адрес своего устройства так, что он будет совпадать с адресом системного устройства или адресом другой платы расширения, то возможны конфликты при обращении к данному устройству. При этом в цикле записи информация будет записываться не в одно, а в два или более устройств, а в цикле чтения на шину данных будут одновременно выставлять свои данные не одно, а несколько устройств. То есть в цикле записи возможно нарушение установленных режимов работы системных устройств (например, контроллера прерываний или контроллера ПДП) или неправильная работа новой платы расширения, а в цикле чтения — даже выход из строя одного из устройств, выставляющих свои данные на магистраль одновременно.

Если при подключении к компьютеру новой платы расширения установить для нее неправильный канал запроса прерывания, это может привести к тому, что данное прерывание просто не будет обслуживаться. Может также перестать обслуживаться прерывание от системного устройства, с которым конфликтует новая плата. В худшем случае это может вызвать выход из строя новой платы расширения или же системного устройства.

Точно так же при неправильном выборе номера канала запроса прямого доступа к памяти может перестать обслуживаться запрос ПДП системного устройства, а может выйти из строя системное устройство или новая плата расширения. То есть соблюдение правил стандартного *распределения ресурсов* компьютера — это не чья-то прихоть, а жизненная необходимость.

Правда, в последнее время получила распространение снимающая данные проблемы технология автоматического *распределения ресурсов Plug-and-Play (PnP, P&P)*, что можно перевести как «Вставляй и работай». При этом пользователю достаточно просто подключить свою плату к компьютеру, а все операции по *распределению ресурсов* компьютер выполнит самостоятельно, и любые конфликты будут автоматически устранены.

Но для этого необходимо обязательное выполнение двух условий. Во-первых, технологию *PnP* должен поддерживать данный компьютер и его программное обеспечение. Во-вторых, эту технологию должно поддерживать подключаемое к компьютеру устройство. Определить это довольно просто: если на плате имеются переставляемые переключки или механические переключатели для задания параметров платы (адресов портов ввода/вывода, номера используемого прерывания, базового адреса памяти, номера канала ПДП), то можно смело утверждать, что выбор конфигурации, учет стандартного *распределения ресурсов* компьютера ложится на пользователя. Компьютер здесь не помощник. Конечно же, перед установкой в компьютер новых плат расширения следует внимательно прочитать инструкцию и точно следовать ей. Подробнее о работе режима *PnP* будет рассказано ниже.

А теперь рассмотрим принятое в персональных компьютерах стандартное *распределение ресурсов*.

О стандартном распределении памяти уже говорилось в предыдущей главе. Чуть подробнее распределение адресов памяти описано в табл. 3.

Из таблицы видно, что для памяти, входящей в состав устройств ввода/вывода, отводится зона всего лишь в 92 Кбайта (адреса C8000...DFFFF). В этом пространстве может располагаться как оперативная память, так и постоянная память устройств ввода/вывода. Иногда память устройств ввода/вывода захватывает также и зону адресов C0000...C7FFF.

Адреса памяти	Назначение
000000...0003FF	Таблица векторов прерываний
000000...09FFFF	Память DOS и пользовательских программ
0A0000...0AFFFF	Память дисплея EGA или VGA

0B0000...0B7FFF	Память монохромного дисплея MDA
0B8000...0BFFFF	Память дисплея CGA
0C0000...0C3FFF	ПЗУ BIOS для EGA/VGA
0C8000...0DFFFF	Память устройств ввода/вывода
0E0000...0EFFFF	Резерв ПЗУ BIOS на материнской плате
0F0000...0FFFFFF	ПЗУ BIOS на материнской плате

Важно помнить, что помимо этого распределения, общего для любых программных и аппаратных средств, существуют еще и распределения памяти, специфические для каждой операционной системы. Их также необходимо учитывать во избежание отказа при выполнении системных программ. Отметим, что в современных компьютерах, конечно же, не используются давно устаревшие дисплеи стандартов CGA или MDA. Однако в том случае, если требуется универсальность программного обеспечения, надо учитывать и то, что его могут попытаться запустить на компьютерах с подобными дисплеями.

Стандартное распределение адресов в адресном пространстве устройств ввода/вывода персонального компьютера приведено в табл. 4.

Как уже отмечалось, стандарт допускает адресацию 64К устройств ввода/вывода (то есть можно использовать 16 разрядов адреса). Однако подавляющее большинство плат расширения для упрощения аппаратуры использует только 10 младших разрядов, что соответствует всего 1К (или 1024) адресов (от 000 до 3FF в шестнадцатеричном коде). При этом 16-разрядные порты ввода/вывода имеют четные адреса, то есть их может быть всего 512.

Адреса	Назначение
000...01F	Контроллер ПДП 1
020...03F	Контроллер прерываний 1
040...05F	Программируемый таймер
060...06F	Контроллер клавиатуры
070...07F	Часы реального времени
080...09F	Регистр страницы ПДП
0A0...0BF	Контроллер прерываний 2
0C0...0DF	Контроллер ПДП 2
0F0...0FF	Математический сопроцессор
170...177	Накопитель на жестком диске (второй)
1F0...1F7	Накопитель на жестком диске (первый)
200...207	Игровой порт (джойстик)
278...27F	Параллельный порт LPT2

2C0...2DF	Адаптер EGA 2
2F8...2FF	Последовательный порт COM2
300...31F	Прототипные платы
320...32F	Накопитель на жестком диске XT
360...36F	Резервные адреса
370...377	Накопитель на гибком диске (второй)
378...37F	Параллельный порт LPT1
380...38F	Контроллер бисинхронного обмена SDLC2
3A0...3AF	Контроллер бисинхронного обмена SDLC1
3B0...3DF	Адаптер VGA
3B0...3BF	Адаптер дисплея MDA и принтера
3C0...3CF	Адаптер EGA 1
3D0...3DF	Адаптер CGA
3F0...3F7	Накопитель на гибком диске (первый)
3F8...3FF	Последовательный порт COM1

Как видно из таблицы, значительная часть возможных адресов уже занята системными устройствами, свободных адресов не так много. Резервные адреса — это те, которые зарезервированы под дальнейшее расширение системы.

В табл. 5 представлено стандартное распределение номеров аппаратных прерываний и соответствующих им номеров в таблице векторов прерываний (INT).

Как видно из таблицы, большинство входов IRQ заняты системными ресурсами компьютера. Свободны (зарезервированы) только четыре канала: 10, 11, 12, 15, причем они находятся на 16-разрядной части разъема магистрали ISA. Правда, иногда в компьютерах применяется только один параллельный порт или (гораздо реже) только один последовательный порт, и тогда свободными оказываются еще IRQ3 и IRQ5. Сигналы IRQ0...IRQ2, IRQ8 и IRQ13 задействованы на системной плате и недоступны платам расширения.

Номер прерывания IRQ	INT	Назначение
0	08	Программируемый таймер
1	09	Контроллер клавиатуры
2	0A	Каскадирование второго контроллера
8	70	Часы реального времени (только AT)
9	71	Программно переадресовано на IRQ2
10	72	Резерв

11	73	Резерв
12	74	Резерв
13	75	Математический сопроцессор
14	76	Контроллер жесткого диска
15	77	Резерв
3	0B	Последовательный порт COM2
4	0C	Последовательный порт COM1
5	0D	Параллельный порт LPT2
6	0E	Контроллер гибкого диска
7	0F	Параллельный порт LPT1

В компьютере используются два 8-разрядных контроллера прерываний. Сигналы IRQ0...IRQ7 относятся к первому из них, а IRQ8...IRQ15 — ко второму. Для каскадирования второго контроллера прерываний задействован вход IRQ2 (рис. 8.6). В связи с этим запросы прерывания имеют следующие приоритеты обслуживания в порядке возрастания: IRQ7, IRQ6, IRQ5, IRQ4, IRQ3, IRQ15, IRQ14, IRQ12, IRQ11, IRQ10, IRQ9. Такая схема включения сложилась исторически, так как в компьютере IBM PC XT использовался только один 8-канальный контроллер прерываний, а при переходе на IBM PC AT к нему был добавлен второй контроллер для удвоения количества каналов запросов прерываний. В современных компьютерах оба контроллера прерываний вместе с другими контроллерами могут входить в состав одной и той же микросхемы, но совместимость распределения прерываний по-прежнему обеспечивается.

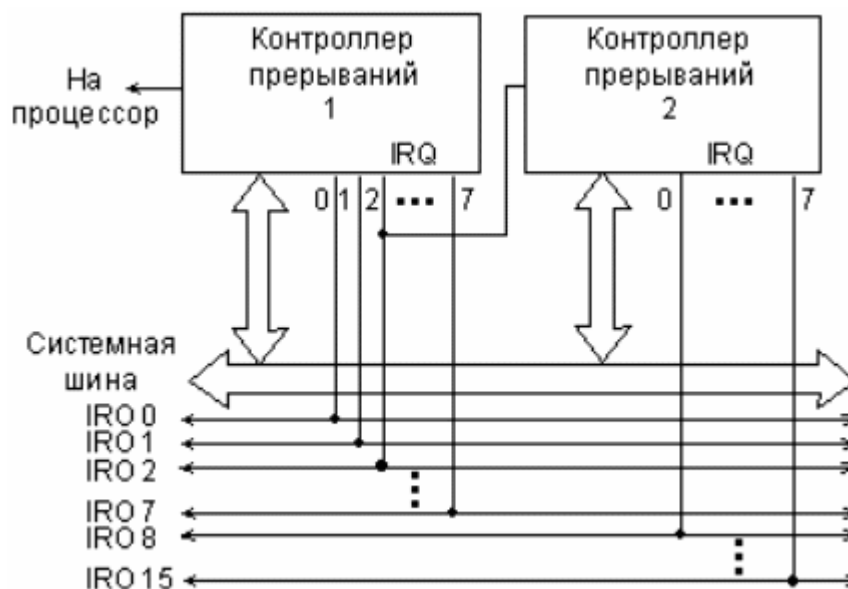


Рис. 6. Включение двух контроллеров прерываний.

контроллеров прерываний.

Стандартное распределение каналов запроса прямого доступа к памяти представлено в табл. 6.

Как и в случае с контроллерами прерываний, здесь применяется два контроллера, причем один из них каскадируется через другой. На каждой линии DRQ должен

быть один выход *ISA*-устройства. Каналы, соответствующие первому контроллеру ПДП (сигналы DRQ0...DRQ3), предназначены только для 8-битного обмена, а соответствующие второму контроллеру (DRQ5...DRQ7) — для 16-битного. Канал DRQ4 используется для каскадирования двух контроллеров ПДП и поэтому недоступен пользователям. Сигнал запроса DRQ0 имеет самый высокий приоритет, сигнал DRQ7 — самый низкий. В IBM PC XT канал DRQ0 использовался для регенерации динамической памяти. Каждый канал ПДП может передавать данные в пределах 16-мегабайтного адресного пространства блоками длиной до 64 Кбайт (каналы 0, 1, 2, 3) или до 128 Кбайт (каналы 5, 6, 7).

Таблица 6. Стандартное распределение каналов прямого доступа к памяти.	
Номер канала ПДП	Назначение
0	Резервный
1	Контроллер бисинхронного обмена SDLC
2	Накопитель на гибком диске
3	Резервный
4	Каскадирование первого контроллера
5	Резервный
6	Резервный
7	Резервный

Естественно, обычному пользователю запомнить всю эту информацию о *распределении ресурсов* довольно сложно, к тому же при малейшей ошибке возможны неприятности. Именно из этих соображений фирмами Compaq Computer, Intel, Microsoft и Phoenix Technologies в 1993 году была предложена технология *Plug-and-Play (PnP)*, возлагающая все заботы о конфигурации компьютера на сам компьютер. Пользователь при этом может даже ничего не знать об адресном пространстве, прерываниях и каналах прямого доступа, он просто подключает плату, и она сразу же начинает работать правильно. Правда, при этом все компоненты компьютера (базовая система ввода/вывода BIOS, операционная система, прикладное программное обеспечение, подключаемые устройства) должны поддерживать режим *PnP*. В конце концов, технология *PnP* должна работать на всех используемых интерфейсах компьютера: *ISA*, *PCI*, *VLB*, *IDE*, *RS-232C* и т.д. Наиболее же приспособлена для этого системная шина *PCI*, имеющая специально предусмотренные средства, что еще более увеличивает ее шансы стать единственным стандартом системной шины.

При включении компьютера с *PnP* его программа начального запуска BIOS определяет устройства, которые необходимы в процессе загрузки. Затем BIOS запрашивает у каждого из этих устройств его уникальный номер (идентификатор), хранящийся в памяти *PnP*-устройства. После этого BIOS разрешает все конфликты между устройствами. При этом устройства, которые не нужны для загрузки компьютера, не обслуживаются.

После загрузки операционной системы вступает в действие специальный программный драйвер — менеджер конфигурации (configuration manager), который с помощью драйверов-нумераторов шин (bus enumerators) определяет

устройства, требующие системных ресурсов. Если подключенное устройство не поддерживает *PnP* и не может выдать информацию о себе, то такая информация должна быть заложена в формируемую вручную базу данных. Вся собранная информация о текущей конфигурации сохраняется в оперативной памяти, в области *hardware tree*. Эту информацию в дальнейшем использует программа-арбитр ресурсов (*resource arbitrator*) при распределении системных ресурсов между устройствами. После этого менеджер конфигурации через нумераторы шин сообщает *PnP*-устройствам о том, какие ресурсы компьютера им присвоены, и данная информация в дальнейшем хранится в программно доступных регистрах (или *flash-EPROM*) этих устройств. На этом работа *PnP* по *распределению ресурсов* заканчивается, и далее компьютер функционирует как обычно, обращаясь ко всем устройствам стандартным образом.

+Отметим также, что в некоторых компьютерах предусмотрена возможность так называемого «горячего подключения» внешних устройств (то есть без выключения питания компьютера). Режим *PnP* должен поддерживать и эту возможность, распределяя ресурсы не только при начальной загрузке, но и по мере подключения новых устройств.

Дополнительные интерфейсы персонального компьютера

Интерфейс Centronics

Основным назначением интерфейса Centronics (отечественный аналог — стандарт ИРПП-М) является подключение к компьютеру принтеров различных типов (из-за чего его называют принтерным портом). Поэтому распределение контактов разъема, назначение сигналов, программные средства управления интерфейсом ориентированы именно на такое применение. В то же время, с помощью данного интерфейса можно подключать к компьютеру и многие другие стандартные внешние устройства (например, сканеры, дисководы и т.д.), а также нестандартные внешние устройства.

Назначение 36 контактов разъема Centronics и соответствующих им контактов разъема принтера приведено в табл. 7. В таблице символ I обозначает входной сигнал компьютера, а O — выходной сигнал.

Сигналы интерфейса Centronics имеют следующее назначение:

- D0...D7 — 8-разрядная шина данных для передачи из компьютера в принтер (предусматривается и возможность двунаправленной передачи данных).
- -STROBE — сигнал стробирования данных. Данные действительны как по переднему, так и по заднему фронту этого сигнала. Сигнал говорит приемнику (принтеру) о том, что можно принимать данные с шины данных.
- -ACK — сигнал подтверждения принятия данных и готовности приемника (принтера) принять следующие данные. То есть реализуется асинхронный обмен.
- BUSY — сигнал занятости принтера обработкой полученных данных и неготовности принять следующую порцию данных. Активен также при переходе принтера в состояние *off-line*, при ошибке и при отсутствии бумаги. Компьютер начинает новый цикл передачи только после снятия -ACK и после снятия BUSY.

- -AUTO FD — сигнал автоматического перевода строки. Получив его, принтер переводит каретку на следующую строку текста. Остальные сигналы не являются обязательными.
- PE — сигнал конца бумаги. Получив его, компьютер переходит в режим ожидания. Если в принтер вставить лист бумаги, то сигнал снимается.
- SLCT — сигнал готовности приемника. С его помощью принтер сообщает о том, что он выбран и готов к работе. У многих принтеров имеет постоянно высокий уровень.
- -SLCT IN — сигнал, посредством которого компьютер сообщает принтеру о том, что тот выбран, и последует передача данных.
- -ERROR — сигнал ошибки принтера. Активен при внутренней ошибке, переходе принтера в состояние off-line или при отсутствии бумаги. Как видим, здесь многие сигналы дублируют друг друга.
- -INIT — сигнал инициализации (сброса) принтера. Его длительность составляет не менее 2,5 мкс. По нему происходит очистка буфера печати.

Таблица 7. Назначение контактов разъемов Centronics.			
Контакт разъема компьютера	Сигнал	I/O	Контакт разъема принтера
1	-STROBE	O	1
2	D0	O	2
3	D1	O	3
4	D2	O	4
5	D3	O	5
6	D4	O	6
7	D5	O	7
8	D6	O	8
9	D7	O	9
10	-ACK	I	10
11	BUSY	I	11
12	PE	I	12
13	SLCT	I	13
14	-AUTO FD	O	14
15	-ERROR	I	32
16	-INIT	O	31
17	-SLCT IN	O	36
18...25	GND	-	16, 17, 19...30, 33

Временная диаграмма цикла передачи данных представлена на рис. 7. Перед началом цикла передачи данных компьютер должен убедиться, что сняты сигналы BUSY и -ACK. После этого выставляются данные, формируется строб, снимается строб, и снимаются данные. Принтер должен успеть принять данные с выбранным темпом. При получении строба принтер формирует сигнал BUSY, а после

окончания обработки данных выставляет сигнал -ACK, снимает BUSY и снимает -ACK. Затем может начинаться новый цикл.

Максимальная длина соединительного кабеля по стандарту — 1,8 м.
Максимальная скорость обмена — 100 Кбайт/с.

Формирование и прием сигналов интерфейса Centronics производится путем записи и чтения выделенных для него портов ввода/вывода. В компьютере может использоваться три порта Centronics, обозначаемых LPT1 (базовый адрес 378), LPT2 (базовый адрес 278) и LPT3 (базовый адрес 3BC).

Базовый адрес порта используется для передачи принтеру байта данных. Установленные на линиях данные можно считать из этого же порта.

Следующий адрес (базовый + 1) служит для чтения битов состояния принтера (бит 3 соответствует сигналу -ERROR, бит 4 — сигналу SLCT, бит 5 — сигналу PE, бит 6 — сигналу -ACK, бит 7 — сигналу BUSY). Последний используемый адрес (базовый + 2) применяется для записи битов управления принтером (бит 0 соответствует сигналу -STROBE, бит 1 — сигналу -AUTO FD, бит 2 — сигналу -INIT, бит 3 — сигналу -SLCT IN и, наконец, бит 4, равный единице, разрешает прерывание от принтера).

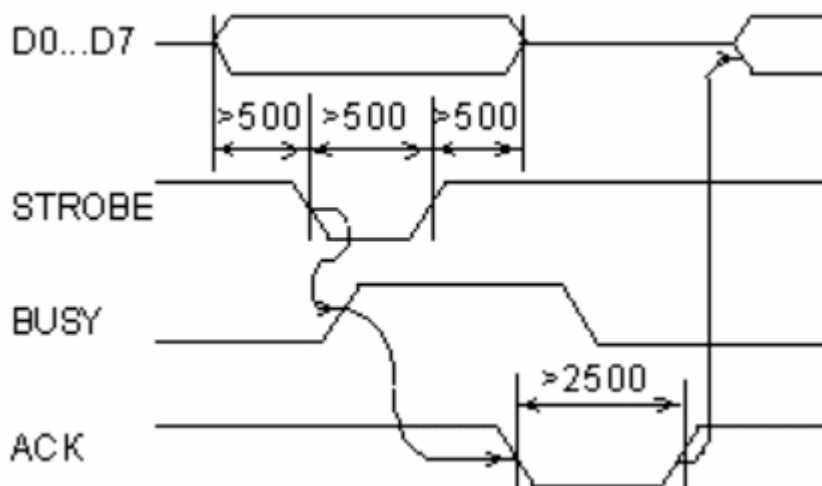


Рис. 7. Временные диаграммы цикла передачи данных в Centronics (все временные интервалы указаны в наносекундах).

При сопряжении с компьютером через параллельный порт LPT какого-нибудь другого устройства (не принтера) назначение сигналов и порядок обмена могут быть другими, но тогда необходимы специальные программные драйверы, реализующие выбранные протоколы обмена. При разработке нестандартных внешних устройств, сопрягаемых с компьютером через Centronics, можно самостоятельно выбирать как назначение сигналов, так и протокол обмена.