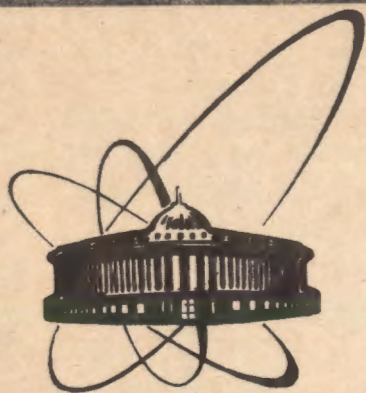


91-540



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна**

P11-91-540

**А.А.Вовенко, Н.В.Горбунов, Е.А.Ладыгин**

**КОНТРОЛЛЕР СВЯЗИ IEEE-488  
ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ ТИПА IBM/PC/XT/AT**

**1991**

## 1. Введение

Широкое распространение персональных ЭВМ типа IBM-PC/XT/AT, их высокая производительность, развитое программное обеспечение создают возможности для использования их в системах сбора данных экспериментальных физических установок. Следует отметить, что этот класс компьютеров не является идеальным для решения задач реального времени (особенно это касается программного обеспечения, начиная с BIOS). Однако в связи с недоступностью других семейств ЭВМ, имеющих не худшую производительность и приемлемые габариты и цену, с этими недостатками приходится мириться.

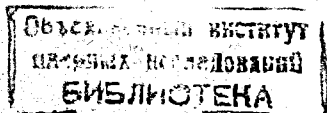
Для систем сбора, реализованных на нескольких машинах, актуальной является задача эффективного взаимодействия и передачи информации между ними.

В качестве решения этой задачи предлагается использовать интерфейс IEEE-488 /1,2/. Он также известен под мнемониками GPIB (General Purpose Interface Bus), HP-IB (Hewlett-Packard Interface bus), IEC - bus, а в СССР он носит официальное название КОП (канал общего пользования). Это 8-битный параллельный интерфейс. Из 16 активных линий 8 служат для передачи данных, а остальные 8 осуществляют протокол обмена и управление магистралью. Первоначально этот стандарт разрабатывался для дистанционного управления измерительными приборами, но заложенные в нем возможности позволяют с успехом использовать его для межмашинной связи.

Отличительными особенностями интерфейса являются:

### 1) Асинхронный канал данных типа "Магистраль".

Асинхронность канала позволяет максимально использовать пропускную способность каналов доступа к памяти ЭВМ и избежать проблем при наличии разных по быстродействию машин. "Магистраль" позволяет соединить вместе  $n$  (до 15) машин при помощи  $n$  контроллеров (при использовании обычного параллельного интерфейса для этого нужно не менее  $2n-2$



контроллеров) и обходиться без посредников при всех возможных направлениях передачи.

2) Наличие механизма команд (от управляющей машины к управляемой) и запросов (от управляемой машины к управляющей) позволяет достаточно просто и, следовательно, эффективно организовать управление системой.

3) Возможное проведение 2 видов опроса — параллельный (1 бит от устройства, до 8 устройств одновременно), и последовательный (1 байт от устройства) позволяет иметь информацию о состоянии системы без организации передач каждый раз пакета данных со статусной информацией, что также упрощает построение системы.

4) Стандарт допускает наличие в системе нескольких управляющих устройств и определяет механизм передачи управления от одного такого устройства к другому (посредством команды), не конкретизируя принцип арбитража шины. Следует признать, что отсутствие аппаратного арбитража магистрали является самым крупным ее недостатком.

Таким образом, этот стандарт позволяет создать эффективную систему сбора данных и управления многомашинным комплексом.

## 2. Аппаратная реализация.

Контроллер выполнен в виде одной печатной платы машины IBM-PC и выполняет все операции, предусмотренные стандартом IEEE-488.2. Для операций обмена данными используется канал прямого доступа (как правило, это канал №1 ПЭВМ). По завершении операции или по внешнему событию может генерироваться прерывание. Всего возможны прерывания по 13 различным событиям (конец пакета, конец ЦДП, ошибка, сброс от управляющей машины, запрос от управляемой машины и др).

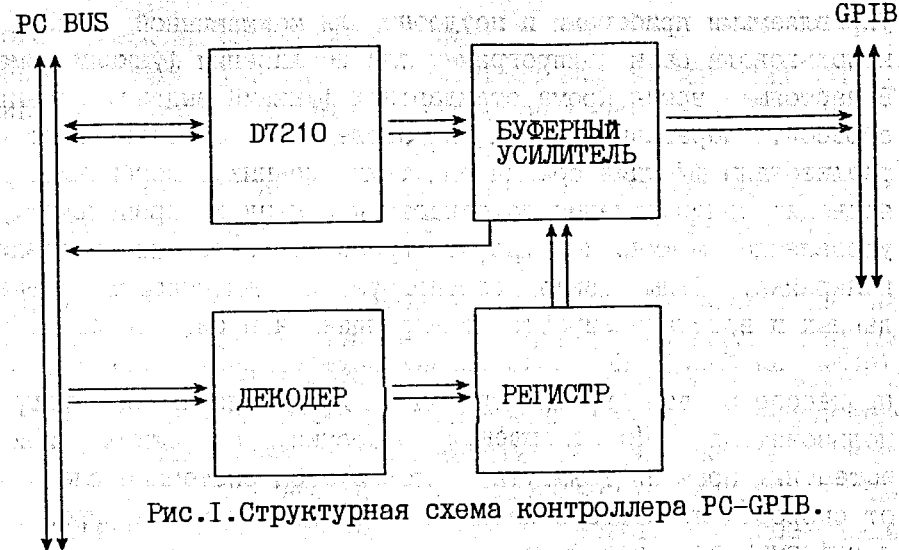


Рис. I. Структурная схема контроллера PC-GPIB.

Контроллер построен на базе микросхемы NEC D7210, которая выполняет практически все функции стандарта. Для обеспечения возможности работы в системе с несколькими контроллерами, а также для возможности отключения платы от каналов DMA и прерывания, когда они не используются (стандартный прием для PC), в схему введены декодер команд и исполнительный регистр (Рис. I). Декодер распознает команды, обращенные к D7210, и подключает и отключает плату от каналов DMA и прерываний без введения дополнительных команд. Кроме того, декодер распознает команды первоначального управления системой и позволяет машине, начавшей управлять системой, выдавать команду сброса и возвращать систему в исходное состояние.

## 3. Программное обеспечение

Контроллер является программно совместимым с контроллером модели PC2 фирмы National Instruments, для которого существуют пакеты подпрограмм, вызываемых из языков BASIC и PASCAL. Эти пакеты ориентированы на работу с GPIB —

управляемыми приборами и неудобны для межмашинной связи. Мы использовали свои подпрограммы для реализации функций обмена. В настоящее время, кроме стандартных функций выдачи команд и адресов, передачи данных и проведения опросов состояния, реализованы функции обмена пакетами данных, сообщений. Они проводят подтверждения готовности к обмену и гарантируют, что управляющая машина не тратит время в ожидании готовности напарника. Этим также гарантируется целостность пакетов данных и восстанавливается синхронизация после сбоев обмена (если они были). Передача данных осуществляется асинхронно, и процессор в это время свободен для выполнения программы пользователя. По завершении операции, по ошибке или по истечении времени таймаута (используется системный счетчик — от скорости процессора не зависит) генерируется прерывание с информацией о завершении.

Набор этих процедур выполнен в виде резидентной программы, взаимодействующей с пользователем посредством программных прерываний.

Для выдачи команд от управляющей машины надо вызвать функцию IBCMD (cmd\_string, byte\_count) (Interface Bus Command), передав ей адрес строки команд (в смысле GPIB) и длину этой строки. В результате ее выполнения на машинах, адресованных в этой строке, произойдет аппаратное прерывание, проанализировав которое драйвер при помощи программного прерывания вызовет программу пользователя с соответствующим кодом команды.

Передача данных возможна в любом направлении между активной (master) и пассивной (slave) машинами. На пассивной машине все действия производятся по прерываниям, и в процессе передачи блока происходит два программных прерывания: перед началом передачи производится запрос соответствующего буфера, и после окончания процесса сообщается результат и размер принятого блока.

Передача данных инициируется на управляющей машине

вызовом одной из следующих функций:

IBMRDD(buf\_ptr, byte\_cnt) (Interface Bus Master Read Data)  
IBMRDC(buf\_ptr, byte\_cnt) (Interface Bus Master Read Control)  
IBMWRTD(buf\_ptr, byte\_cnt) (Interface Bus Master Write Data)  
IBMWRTC(buf\_ptr, byte\_cnt) (Interface Bus Master Write Control).

Эти функции вызывают прерывание в программу пользователя на slave машине с запросом на соответствующую передачу. По этому прерыванию программа пользователя должна вернуть либо адрес и размер блока данных, либо сигнализировать об его отсутствии нулевым счетчиком байт. В зависимости от результата вызова драйвер GPIB выставляет флаг параллельного опроса. После этого драйвер на управляющей машине проводит параллельный опрос и, в зависимости от наличия данных, начинает передачу (или прием) данных. По завершении передачи на обеих машинах генерируются аппаратные прерывания, которые анализируются драйверами, и в программе пользователя производятся прерывания с кодом результата (ошибки).

Для получения статуса какой-либо машины можно вызвать функцию IBSPS(dest\_adr) (Serial Poll Status) в любое время, когда передача данных не активна. Эта функция вернет байт статуса, который хранится в опрашиваемой машине в порту по адресу 0x2bb (доступен по чтению и записи из последней). 7 бит из 8 определяются пользователем, а бит №6 (считая с 0) вызывает запрос, т.е. прерывание, на управляющей машине, которое также доводится до программы пользователя.

#### 4. Заключение

Разработанные контроллер РС-GPIB и программное обеспечение для него позволяют строить многомашинные системы сбора данных с использованием в качестве межмашинной связи стандартного интерфейса IEEE-488. Производительность системы составляет при передаче пакета данных около 200 кбайт/с вне

зависимости от типа процессора. Из времени передачи 1 байта данных половина уходит на передачу по GPIB, а вторая половина - на цикл DMA. Расходы времени на организацию передачи пакета в системе с одной управляющей машиной - 200 мкс, а в системе с несколькими контроллерами миллисекунды, которые уходят на организацию передачи управления от машины к машине (помимо ожидания в очереди). Отсюда следует вывод о предпочтительности жестко организованной системы с фиксированной программой обмена. Поэтому мы в настоящее время ориентируемся на систему с одной управляющей машиной. Расходы времени на получение статуса последовательного опроса составляют около 150 мкс на одну машину.

#### Литература

1. IEEE Std. 488-1975. IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. By American National Standards Institute. October 1975.
2. IEEE Std. 488.2-1978. IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. By American National Standards Institute. 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел

9 декабря 1991 года.