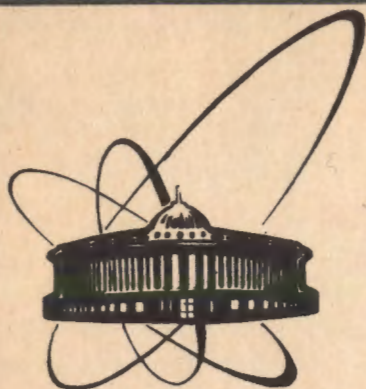


91-539



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна**

P11-91-539

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

**КОНТРОЛЛЕР В СТАНДАРТЕ IEEE-488
ДЛЯ ЭВМ СМ-1420**

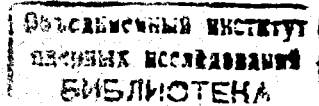
1991

Введение

Система сбора данных установки "Нейтринный детектор" (НД) построена на основе управляющих ЭВМ типа СМ1420 и СМ4. К сожалению, архитектурные особенности этих ЭВМ затрудняют построение эффективных систем высококачественной обработки информации, поступающей в режиме ON-LINE. Применение персонального компьютера (ПК) типа IBM-PC позволило в значительной мере решить эту задачу. Для передачи данных из управляющей ЭВМ в ПК существуют различные типы интерфейсов, и каждый из них имеет как положительные, так и отрицательные характеристики. Разработанный нами контроллер СМ-GPIB позволяет осуществлять связь между ЭВМ СМ1420 и персональными компьютерами IBM-PC/XT/AT по стандартной магистрали IEEE-488.

Технические условия стандартного интерфейса IEEE-488 разработаны в 70-х годах /1/. Они определяют механические и электрические характеристики совместимости различной измерительной аппаратуры. Этот интерфейс позволяет строить системы из устройств, подключая их к стандартной шине. Другое широко известное название этого интерфейса - GPIB (General Purpose Interface Bus). GPIB является интерфейсом магистрального типа и позволяет осуществлять передачу данных между устройствами со скоростью до 1Мбайт /с.

Попытки использования в системах сбора данных интерфейса GPIB предпринимались и ранее /2,3/, но сложность протокола обмена по магистрали не позволяли рационально строить эти системы. Появление специальных микросхем (например, микросхема D7210 фирмы NEC), поддерживающих протокол IEEE-488.2 (более позднее развитие стандарта IEEE-488 /4/), значительно упростило создание аппаратных средств.



1. Описание магистрали GPIB

Магистраль (рис.1) предназначена для работы в автоматических измерительных системах с небольшими расстояниями между функциональными узлами (общая длина магистрали до 20 метров). Обмен информацией по такой магистрали осуществляется между источником и приемником под управлением контроллера. Функции контроллера может выполнять любое устройство на магистрали, но в каждый момент времени контроллер должен быть только один. Магистраль является двунаправленной пассивной системой связи, к которой можно подсоединить до 15 приборов, каждый из которых имеет свой адрес. Физически магистраль состоит из 16 сигнальных линий: 8 шин данных (DIO1-DIO8), 3 шины управления побайтной передачей данных (DAV, NRFD, NDAC) и 5 шин общего управления интерфейсом (ATN, SRQ, REN, EOI, IFC). По шине данных информация передается словами длиной 8 бит. Обмен может происходить между "говорящими" (передающими) устройствами и "слушающими" (принимающими) устройствами, или между контроллером системы и подчиненными устройствами. На шине одновременно может быть несколько слушающих, но только один говорящий. Контроллер

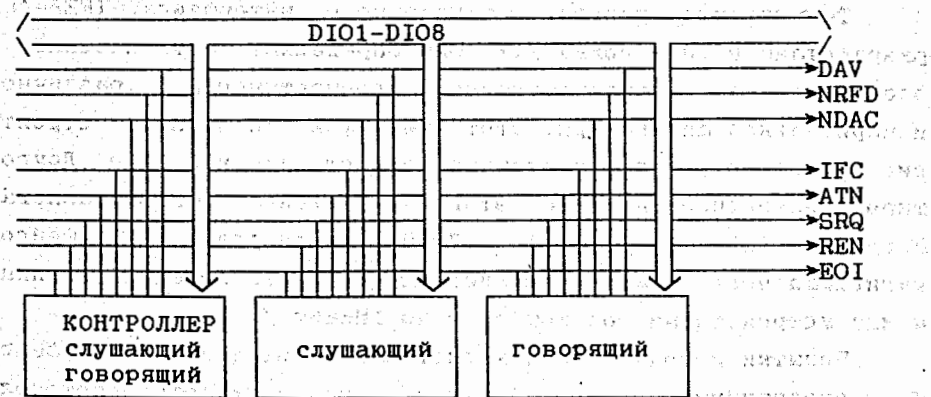


Рис.1. Структурная схема магистрали IEEE-488.

является задающим устройством и определяет режим работы приборов: говорящий или слушающий. Обмен по шине асинхронный,

что позволяет одновременно работать устройствам с разными скоростями. Синхронизация обмена данными по шине данных происходит тремя сигналами управления передачей. Остальные пять линий управления интерфейсом служат для передачи по магистрали специальных управляющих функций.

2. Включение интерфейса в магистраль

Как говорилось ранее, в магистраль могут быть включены самые различные по назначению устройства (слушающие, говорящие, либо те и другие одновременно), но должен присутствовать одновременно только один контроллер. Интерфейс CM-GPIB разработан для создания систем сбора данных с использованием ЭВМ типа CM1420 и ПК. Роль контроллера магистрали в данном случае отводится ПК. Это связано с возможностью создания на ПК более гибкого программного обеспечения.

Интерфейс CM-GPIB был применен в системе сбора данных установки НД для передачи данных из коммутационной ЭВМ CM1420 в персональные компьютеры IBM-PC/AT (рис.2). Заметим, что при необходимости к магистрали могут быть подсоединены несколько ЭВМ CM1420 и ПК. Для подключения ПК к магистрали GPIB использовался разработанный в СНЭО ОИЯИ одноплатный контроллер PC-GPIB.

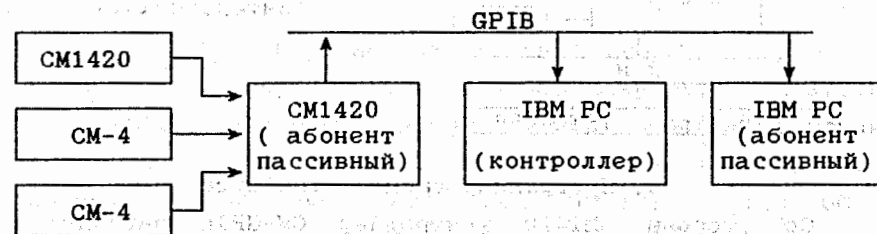


Рис.2. Структурная схема соединения ЭВМ CM1420 и IBM-PC по магистрали GPIB на установке НД.

3. Описание контроллера CM-GPIB

Интерфейс состоит из трех основных частей (рис.3): микропроцессорного блока, устройства обмена с ОБЩЕЙ ШИНОЙ и контроллера магистрали GPIB. Микропроцессорный блок (МПБ) построен на микропроцессоре Z80 и имеет оперативную память 56Кбайт (ОП). Остальные 8Кбайт отведены под постоянное запоминающее устройство для хранения программ. Для увеличения скорости обмена в МПБ включен контроллер прямого доступа Z80DMA (КПД). Устройство обмена с ОБЩЕЙ ШИНОЙ (УООШ) осуществляет связь микропроцессорного блока с интерфейсом ОБЩАЯ ШИНА CM1420. Контроллер магистрали GPIB (КМ) служит для связи МПБ со стандартной магистралью IEEE-488 и поддерживает полный протокол этой магистрали. Для микропроцессорного блока устройства УООШ и КМ выглядят как внешние устройства микропроцессора. Работа всего интерфейса CM-GPIB происходит под управлением микропроцессорного блока, программное обеспечение которого содержится в EPROM и полностью определяет последовательность взаимодействия между CM1420 и магистралью IEEE-488.

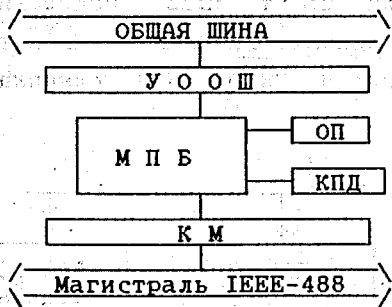


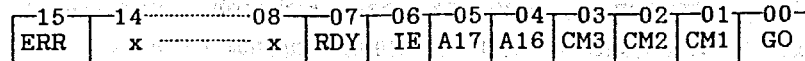
Рис.3. Внутренняя структура интерфейса CM-GPIB.

4. Программирование интерфейса

Со стороны CM1420 контроллер CM-GPIB выглядит как контроллер с прямым доступом в память, управление которым осуществляется через три регистра, с адресами, расположенными в странице внешних устройств CM1420. Первый - статусный регистр (CSR), второй - регистр хранения текущего адреса

памяти для операций с прямым доступом в память (CMAR) и третий - регистр длины передачи (BRCN), т.е. счетчик слов.

Формат регистра CSR (Control Status Register):



GO - бит синхронизации записи команд;

CM1-CM3 - три бита команды;

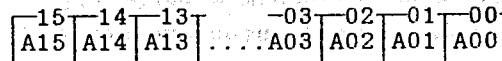
A17, A16 - старшие биты начального адреса режима прямого доступа;

IE - бит разрешения прерывания по готовности;

RDY - бит готовности контроллера к выполнению следующей команды;

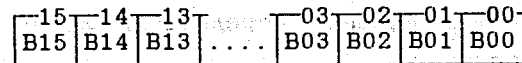
ERR - бит сигнализации об ошибке.

Формат регистра CMAR (Current Memory Address Register):



где A15-A00 - биты текущего адреса передачи в режиме прямого доступа.

Формат регистра BRCN (Byte Record Counter):



где B15-B00 - биты счетчика байт в режиме прямого доступа.

4.1. Описание команд контроллера

Управление работой интерфейса происходит через статусный регистр. Интерфейс может выполнять восемь различных команд, которые определяются тремя битами (CM1-CM3) в регистре CSR. Выполнение команды начинается при установке бита GO в единицу, после чего бит готовности автоматически сбрасывается. Установка бита RDY в логическую единицу означает, что предыдущая команда выполнена, либо при ее выполнении возникла ошибка. Об возникновении ошибки сигнализирует установленный бит ERR.

Интерфейс может выполнять следующие команды:

RESET(код001) - команда начальной установки интерфейса: приводит интерфейс в начальное состояние, сбрасывает содержимое буферов интерфейса (действие аналогично прохождению сигнала INIT по ОБЩЕЙ ШИНЕ).

CUBM (код003) - команда записи блока данных в буферную память интерфейса для дальнейшей передачи в магистраль GPIB. Внутренний буфер интерфейса разбит на две части: одна часть (BUFSND) предназначена для данных, передаваемых из SM1420 в магистраль GPIB, другая (BUFRCV) предназначена для данных, принимаемых из магистрали GPIB. Максимальная глубина буфера BUFSND около 54кбайт, а BUFRCV равна 2кбайт. При многократном повторении команды содержимое буфера BUFSND наращивается.

CMGP (код005) - команда передачи данных из BUFSND в магистраль GPIB. В GPIB будет передан весь записанный буфер данных целиком. При несостоявшейся передаче буфер данных сбрасывается.

CMGPA(код007) - команда передачи данных из буфера BUFSND в GPIB с подтверждением (ответом). Команда аналогична предыдущей команде, но после завершения передачи данных в GPIB интерфейс переходит автоматически в режим приема данных из GPIB, т.е. выполняется команда CGPM.

CGPM (код011) - команда приема данных из GPIB и записи во внутренний буфер для приема данных BUFRCV. По окончании приема блок данных с длиной, определенной в регистре BRCN, передается из этого буфера в SM1420. После передачи в SM1420 буфер данных сохраняется неизменным и с неизменной длиной.

CMUB (код013) - команда передачи блока данных, полученных из магистрали GPIB и хранящихся во внутреннем буфере интерфейса BUFRCV, в SM1420 с длиной, определенной в регистре BRCN. Содержимое буфера BUFRCV после операции сохраняется неизменным.

CMUDC(код015) - команда передачи данных из буфера BUFRCV интерфейса в SM1420 (аналогична команде CMUB), но содержимое буфера при этом уменьшается на величину переданного в SM1420 блока, длина которого была определена содержимым регистра BRCN.

CRSTA(код017) - команда чтения статуса интерфейса. Статус интерфейса помещается в регистр BRCN. Формат регистра после этой команды становится следующим:

B11-B15 - биты не используются;

B10 - флаг наличия данных в буфере BUFRCV (установленный в 1-й бит сигнализирует о наличии данных в буфере)

(бит используется при отладке программ);

B09 - флаг наличия данных в буфере BUFSND (установленный в 1-й бит сигнализирует о наличии данных в буфере)

(бит используется при отладке программ);

B08 - флаг первого байта команды, полученной из магистрали GPIB;

(бит используется при отладке программ);

B07 - ошибка памяти: была обнаружена ошибка во время теста внутренней памяти интерфейса;

B06 - ошибка прерывания: было обнаружено ложное прерывание МПБ;

B05 - ошибка переполнения таймера: произошло

переполнение таймерного счетчика при выполнении операции;

B04 -ошибка последовательности команд: ошибка возникает при условии, что новая команда была подана до завершения выполнения предыдущей или неправильно задан регистр BRCN;

B03 -ошибка переполнения буфера BUFRCV: при приеме данных из магистрали GPIB произошло переполнение отведенного буфера;

B02 -ошибка незаполненного буфера: возникает, если задана операция чтения буфера BUFRCV, а буфер при этом был пуст;

B01 -ошибка переполнения буфера BUFSND: возникает при записи блока данных, превышающего по размеру внутренний буфер BUFSND;

B00 -ошибка незаполненного буфера BUFSND: возникает при попытке передачи в магистраль GPIB пустого буфера.

4.2. Обмен данными с ПК

На первом этапе данные, накопленные в CM1420, по команде CUBM записываются во внутреннюю память контроллера. После чего подается команда CMGP для передачи этих данных в ПК. Контроллер выставляет бит параллельного опроса (бит запроса на обслуживание) на шину GPIB и ожидает обслуживания. После обнаружения этого запроса ПК становится на магистрали слушающим, а CM1420 говорящим устройствами, и начинается передача блока данных из внутренней памяти контроллера в ПК. По ее завершении внутренний буфер памяти в контроллере очищается и подготавливается к следующей передаче. При необходимости получения подтверждения правильного обмена или другой информации от ПК команда CMGP заменяется на команду CMGRA. В таком случае, после завершения перекачки данных в ПК, контроллер переходит в режим приема блока данных из ПК (режим

слушания). Данные от ПК сначала записываются в память контроллера, а затем передаются в память процессора CM1420.

Для осуществления передачи данных из ПК в CM1420 используются команды CGPM и CMUB. После первой команды данные из ПК записываются в память контроллера, а часть их передается в CM1420, согласно содержимому регистров CMAR и BRCN без изменения содержимого в памяти контроллера. По команде CMUB данные из памяти контроллера передаются в CM1420 с уменьшением буфера на величину, равную переданному блоку (см. п/п описание команд).

5. Заключение

Интерфейс CM-GPIB позволяет осуществлять связь CM1420 с внешними устройствами и другими ЭВМ по стандартной магистрали IEEE-488. Контроллер построен на микропроцессоре Z80 и является полностью программируемым. Разработанное программное обеспечение служит для связи ЭВМ CM1420 и ПК IBM-PC. Контроллер обеспечивает обмен данными с CM1420 и с магистралью IEEE-488 по каналу прямого доступа в память. Тестовые измерения показали, что скорость обмена данными между внутренней памятью контроллера и CM1420 достигает 400 кбайт/с, а магистралью до 1Мбайт/с. При работе с ПК скорость достигает 200кбайт/с. Она определяется в основном скоростью работы ПК.

Контроллер выполнен как одноплатный контроллер, вставляемый в блок расширения системы процессора CM1420. Питание контроллера осуществляется от источника +5В.

Литература

1. IEEE Std. 488-1975. IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. By American National Standards Institute. October 1975.
2. Г. Науман, В. Майлинг, А. Щербина. Стандартные интерфейсы для измерительной техники. - М.: Мир, 1982.
3. В. Калинин. Препринт ОИЯИ, P10-87-57, Дубна, 1987.
4. 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.