

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-87-57

В. А. Калинин

**КОНТРОЛЛЕР СВЯЗИ ИНТЕРФЕЙСА КАМАК
С ИНТЕРФЕЙСАМИ "IEEE-488", "IMS-2"**

1987

ВВЕДЕНИЕ

Интерфейсы с параллельно-последовательной передачей данных, типа: "IEEE-488", США ^{/1/}; "IM-2", СЭВ ^{/2/} предназначены для обеспечения взаимодействия программируемых и непрограммируемых технических средств измерений в рамках автоматизированных систем сбора информации. Такие интерфейсы используются в системах с магистралью длиной, не превышающей 20 м, к которой может быть подключено до 15 функциональных приборов, обменивающихся между собой цифровой информацией. Скорость передачи данных в каждой сигнальной шине магистрали не более 1 Мбит/с ^{/4/}.

Для данных интерфейсов соответствующими стандартами ^{/1-3/} предусмотрена энергетическая и конструктивная совместимость, но допускается возможность несовместимости в структурах данных и в программном обеспечении. С целью устранения этой несовместимости для наиболее важных каналов в измерительных системах стандартами рекомендован перечень используемых кодов для представления информации и формат приборно-обусловленных сообщений ^{/3/}. Поскольку интерфейсы "IM3-2" и "КОП" являются аналогами "IEEE-488", дальнейшее изложение материала будет дано применительно к этому интерфейсу.

Организацию обмена данными в измерительной системе по магистрали "IEEE-488" осуществляют управляющие приборы или контроллеры.

СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ ПО МАГИСТРАЛИ

"IEEE-488"

Магистраль интерфейса "IEEE-488" (рис.1) состоит из 16 шин, по которым в кодированном виде передаются все интерфейсные и приборные сообщения между абонентами системы. Все шины интерфейса объединены в три группы: шины данных (DOO+DO7); шины общего управления интерфейсом (IFC, ATN, SRQ, REN, EOI); шины асинхронного управления передачей данных (DAV, NRFD, NDAC).

Шина ATN ("Внимание") используется для организации связи между приборами в зависимости от интерпретации сообщения (приборное или интерфейсное). Принадлежность сообщения идентифицируется уровнем сигнала в шине ATN; интерфейсное - ATN низкий; приборное-ATN высокий.

Шина IFC ("Сброс интерфейса") используется контроллером для переключения адресуемых приборов в исходное состояние.

Шина SRQ ("Требование на обслуживание"), по которой приборы посылают заявки на прерывание текущего обмена в магистрали и их приоритетного обслуживания.

Шина REN ("Дистанционное управление") используется контроллером для переключения приборов в системе на дистанционное или местное управление.

Шина EOI ("Конец" или "Идентификация") используется прибором для послышки признака контроллеру об окончании переданных данных.

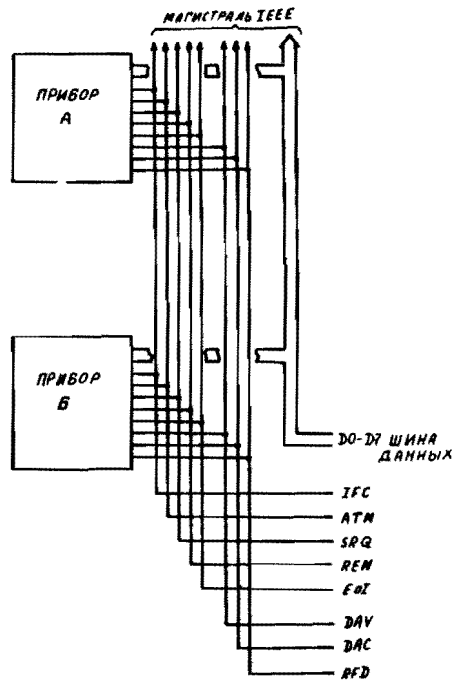


Рис. 1. Структурная схема измерительной системы с магистралью "IEEE-488".

адресуемых приемников (высокий уровень сигнала на шине *NRFD*). Данные на шинах могут быть изменены, а пути передачи заблокированы только после получения сигнала о завершении приема переданной информации каждым адресованным приемником в системе (высокий уровень сигнала на шине *DAC*). Это гарантирует надежность приема информации даже для самого "медленного" из всех приборов в измерительной системе.

Обеспечение высокой достоверности передачи цифровой информации в интерфейсе "IEEE-488" достигается за счет кодирования данных и внешних приборных сообщений (внешние сообщения - каждое сообщение, которым обмениваются приборы в измерительной системе). В основном, для этих целей применяется семиразрядный двоичный код "ISO", из которого используется как все множество элементов таблицы "ISO", так и ее отдельные подмножества. Перечень рекомендованных стандартами кодов и

Побайтная передача данных в магистральной "IEEE-488" осуществляется по шинам *D00+D07* в соответствии с условно-зависимым или асинхронным режимом управления источником данных и приемником сообщений, т.е. путем реализации соответствующих взаимосвязанных интерфейсных функций, направленных на организацию передачи и приема каждого байта данных. Сигналы асинхронного управления передаются по трем шинам: *NRFD* - готовность к приему данных; *DAV* - данные готовы; *DAC* - данные приняты.

При асинхронном режиме обмена данные на шинах *D00+D07* могут быть установлены источником сообщения только после получения готовности к приему всех ад-

форматы приборно-обусловленных сообщений приведены в работах /3-4/.

Каждое приборное сообщение образуется несколькими байтами, в которых выделяется "Начало", "Поле данных" и "Конец". "Начало" содержит характер или свойство измеряемых данных. "Поле данных" содержит: алгебраический знак или полярность измеряемой величины; мантиссу или порядок числа; экспоненту числа. В конце сообщения передаются байты: "Конец блока", "Конец строки", "Конец предложений". Например, формат данных для вольтметра "KEITLEY -181":

<u>DCV</u>	<u>+ 0,5212 E + 2</u>	<u>CLCLFL</u>
начало	поле данных	конец

Для диагностики ошибок, обусловленных влиянием внешних условий и шумов, стандартами предусмотрено применение паритетного контроля (контроль четкости) или избыточных кодов. Паритетный контроль с использованием одного разряда, передаваемого по шине *D07*, позволяет при минимальных затратах обнаруживать простые ошибки - ложный бит в байте. Использование избыточных кодов для представления данных позволяет обнаруживать все ошибки, возникающие в канале передачи данных, но значительно увеличивает затраты и формат сообщения /5/.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА

Контроллер связи IEEE-488/KAMAK предназначен для организации обмена информацией с цифровыми измерительными приборами, имеющими стандартный интерфейс типа "IEEE-488", в рамках автоматизированной системы сбора данных в физическом эксперименте.

Управление приборами и сбор данных в такой системе осуществляются, в основном, передачей контроллером по магистральной адресов и команд, т.е. заданием адресов источников и приемников и организацией обмена данными между абонентами системы.

На рис.2 представлена блок-схема программы работы измерительной системы с контроллером IEEE-488/KAMAK. В начале работы контроллер сообщением по шине "IFC" устанавливает интерфейсные части всех приборов в исходное состояние. Возбуждением шины "REN" всем приборам сообщается о переводе их на дистанционное управление (при адресном обращении к прибору эта команда может быть опущена). Продолжительность сигналов на шинах "IFC" и "REN" должна быть не менее 100 мкс. После формирования текущих адресов и команд контроллер сигналом *ATN = 0* (высокий уровень) деблокирует шины выбранного приемника и организует условно зависимый прием байта данных. После завершения приема данных (когда прибор выставил высокий уровень сигнала на шине "EOI") контроллер низким уровнем сигнала на шине *ATN* вновь принимает управление магистралью на себя и приступает к обслуживанию следующего прибора, т.е. формирует новый адрес и команды управления.

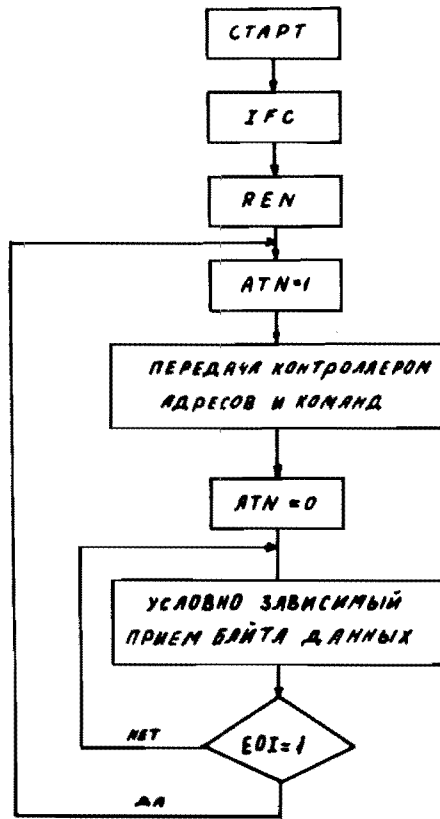


Рис. 2. Блок-схема программы работы измерительной системы с контроллером IEEE/КАМАК.

ралью), затем выставляет данные на шинах D00+D07 и стробирует их сигналом DAV (t_2 , рис.4). С целью своевременной подготовки шин приемника для сигналов контроллера время задержки сигнала DAV относительно ATN должно быть не менее $t_3 \geq 100$ нс. По низкому уровню сигнала DAV приемник снимает сигнал "Готовность" с шины NRFD (t_3 , рис.4) и начинает прием байта данных, окончание которого подтверждается возбуждением шины "NDAC" (t_4 , рис.4). Контроллер, получив сигнал NDAC, снимает данные и сигналы управления с шин "ATN" и "DAV" и выставляет сигнал "Готовность" к приему новых данных из магистрали КАМАК. Подобным образом организован цикл передачи каждого байта данных.

Контроллер, функциональная схема которого представлена на рис.3, состоит из:

- регистра данных (RG1);
- регистра команд общего управления интерфейсом "IEEE-488" (RG2);
- логики команд асинхронного управления магистралью IEEE;
- логики магистрали КАМАК.

Данные и сигналы общего управления интерфейсом IEEE по командам F(16) и F(17) из магистрали КАМАК переписываются в регистры RG1 и RG2 соответственно. Логика управления, временная диаграмма работы которой приведена на рис.4, по принятому в RG2 байту состояния анализирует готовность внешних устройств к приему данных, (анализирует уровень сигнала на шине NRFD). Получив сигнал "Готовность" (t_1 , рис.4), контроллер низким уровнем сигнала ATN блокирует шины магистрали IEEE (т.е. принимает на себя управление магистралью),

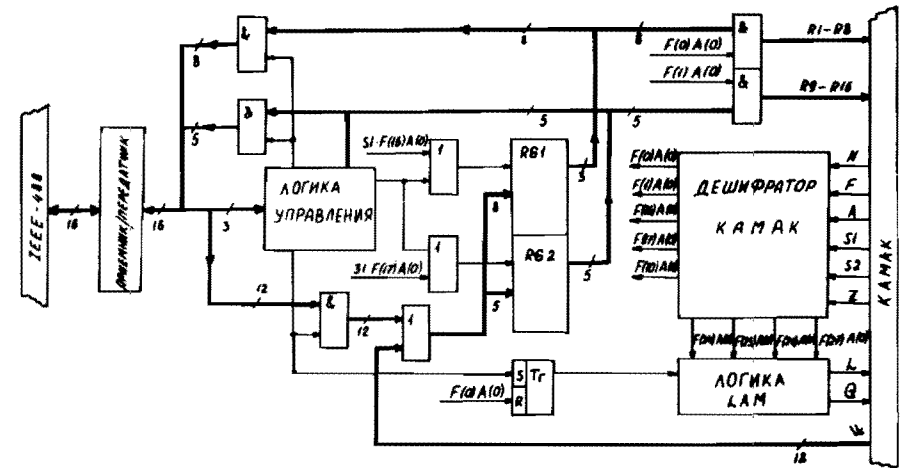


Рис. 3. Функциональная схема контроллера IEEE/КАМАК.

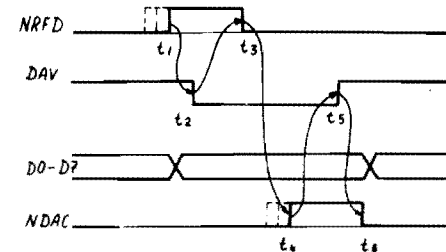


Рис. 4. Временная диаграмма сигналов управления при асинхронном обмене данными по магистрали "IEEE-488".

При чтении данных от измерительного устройства контроллер выставляет сигнал "Готовность" на шине "NRFD" и высоким уровнем сигнала ATN деблокирует шины выбранного по адресу прибора. По сигналу DAV контроллер снимает сигнал "Готовность", принимает в "RG1" байт данных, а в "RG2" - словосостояние на шинах общего управления магистралью и подтверждает это высоким уровнем сигнала DAV. Приняв данные, контроллер посылает запрос на обслуживание по магистрали КАМАК. По командам F(0) и F(1) производится считывание информации в магистраль КАМАК и устанавливается готовность к приему следующего байта данных (NRFD - высокий). Получив от приемника сигнал EOI (длительность сигнала должна быть не менее 1,5 мкс), контроллер низким

уровнем сигнала АТМ блокирует шины магистрали IEEE-488 и сообщает в магистраль КАМАК об окончании передачи сообщения.

Приемно-передающие части интерфейсов типа IEEE строятся на элементной базе ТТЛ. Это обеспечивает взаимное соединение приборов системы при относительно небольшой удаленности друг от друга и сравнительно малом уровне шумов ^{/4/}. Передача сообщений через магистраль может быть пассивной или активной. Пассивная передача истинных значений сообщения выполняется высоким уровнем сигналов по шинам, возбуждаемым передающими каскадами с разомкнутой коллекторной цепью на выходе. Для шин "SRQ", "NRFD", "NDAC" используется передающий каскад с разомкнутой коллекторной цепью на выходе. Шины D00-D07, DAV, IFC, ATN, REN, EOI - могут возбуждаться как каскадами с разомкнутой коллекторной цепью, так и каскадами с тремя состояниями. Передающие каскады с тремя состояниями используются, в основном, в быстродействующих системах. Если подобные каскады используются в приборах, то контроллер также должен быть оборудован аналогичными каскадами.

Для передающих каскадов нормированы следующие параметры сигналов ^{/4/}:

- выходной сигнал низкого уровня 0,5 В с допустимым током в нагрузке ± 48 мА;

- выходной сигнал высокого уровня 2,4 В с допустимым током в нагрузке $\pm 5,2$ мА - для каскадов с тремя состояниями и 0,25 мА - для каскадов с разомкнутой коллекторной цепью.

Для приемных каскадов:

- сигнал низкого уровня 0,8 В (логическая "1");

- сигнал высокого уровня 2,0 В (логический "0").

С целью уменьшения колебаний сигналов в шинах и сохранения его нормального уровня при изменении выходного сопротивления в передающих каскадах, к каждой шине подключаются нагрузочные резисторы:

$R_1 = 3 \text{ кОм} \pm 5\%$ на шину "+5 В" и $R_2 = 6,2 \text{ кОм} \pm 5\%$ на шину "Земля".

Внутренняя емкость нагрузки на каждую шину не должна превышать 100 пФ. Каждый сигнальный провод должен быть скручен с обратным проводом. Это минимизирует переходные процессы в шине при передаче сигналов. Рекомендуемые типы разъемов на интерфейсы "IEEE" и "IMS" указаны в соответствующих стандартах ^{/1-2/}.

В заключение автор выражает благодарность В.П. Филипову, С.Д. Селлину за поддержку работы и полезные обсуждения, а также Г.В. Бекетовой за монтаж и составление технической документации.

Литература

1. IEEE Std. 488-1975: IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation.
2. Ansgangsmaterial für die Ausarbeitung des RGW-ST "Interface System für programmierbare Meßgeräte, Buteserielles - Bitparallels System ("INTERFACE IMS-2"). Protokoll 26, Sitzung der Sektion 3 der Kommission für Radioelektronische Industrie des RGW, September, 1976.
3. IEC. Technical Committee No.66/WG 3: Electronic Measuring Equipment: Standard interface Systems for programmable measuring apparatus, Part 2, June, 1976.
4. Г.Науман, В.Майлинг, А.Щербина. Стандартные интерфейсы для измерительной техники. М.: Мир, 1982.
5. У.Питерсон, Э.Уэлдон. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 февраля 1987 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам систем автоматического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
Д13-85-793	Труды XП Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.
Д3,4,17-86-747	Труды У Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Калинников В.А.
Контроллер связи интерфейса КАМАК
с интерфейсами "IEEE-488", "IMS-2"

P10-87-57

Описан контроллер связи "IEEE-488/"КАМАК", позволяющий подключать к системе КАМАК любые программируемые и непрограммируемые приборы, выполненные в стандарте "IEEE-488" для использования их в автоматических измерительных системах. Контроллер связи обеспечивает передачу информации в виде данных и адресов между приборами в побитно-параллельном и побайтно-последовательном режимах. Блок выполнен в стандарте КАМАК. В качестве элементной базы используются TTL-микросхемы.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод А.В.Дмитренко.

Kalinnikov V.A.
Communication Controller of CAMAC
Interface with IEEE-488 and IMS-2 Interfaces

P10-87-57

A CAMAC to IEEE-488 controller allows any program or no program-controlled measurement devices, conforming to the IEEE-488 standard to be connected to CAMAC system for using automated measurement systems are described. It provides the data bus transfers both data and addresses among the devices in a bit-parallel, byte-serial fashion. The block is fulfilled in CAMAC standard. TTL integrated circuits are used.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987