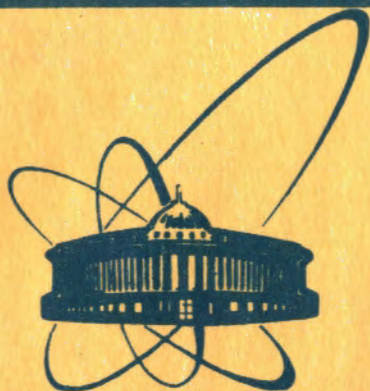


80-119



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

2406/2-80

*Handwritten signature*

2/6-80

10-80-119

А.Н.Синаев, И.Н.Чурян

ОБМЕН МАССИВАМИ  
МЕЖДУ УДАЛЕННЫМИ ДРУГ ОТ ДРУГА  
СИСТЕМАМИ В СТАНДАРТЕ КАМАК  
С ПОМОЩЬЮ РЕГИСТРОВ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ МЕЖКАРКАСНОЙ СВЯЗИ

1980

При решении задач автоматизации физического эксперимента на основе систем в стандарте КАМАК большое внимание уделяется аппаратным средствам связи между каркасами, разнесенными на значительные расстояния. Для этой цели создаются специальные блоки межкаркасной связи. Рассмотрим требования, предъявляемые к таким устройствам. Программно-аппаратные возможности используемых мини- и микро-ЭВМ обеспечивают скорость обмена данными через магистраль КАМАК в диапазоне от 3 до 30 мкс на слово в режимах передачи массивов. Этим определяется максимально возможная скорость передачи слов через линию связи. Значительные физические размеры экспериментальных установок /их протяженность может достигать сотен метров/ и потребность в подключении аппаратуры к большим ЭВМ, зачастую удаленным от места эксперимента, определяют необходимую длину линии связи до 1,5-2 км. Отсюда вытекает требование надежности и дешевизны этих линий. Устройства связи должны быть достаточно простыми в схемном отношении и иметь простые алгоритмы обмена информацией. Необходимо обеспечить работу каркасов в некоторых стандартных режимах обмена массивами информации<sup>/1/</sup>, а также иметь возможность подключения линии связи к каркасам, управляемым контроллерами различных типов.

В ряде разработок<sup>/2-4/</sup> в основу было положено требование быстродействия, что привело к выбору варианта межкаркасной связи с параллельной передачей информации. Однако другие требования остались удовлетворенными в гораздо меньшей степени. Последовательная межкаркасная связь обладает меньшим быстродействием, но позволяет упростить как линию, так и устройства связи, и в итоге уменьшить стоимость системы, повысить ее надежность и облегчить эксплуатацию. Она дает возможность легче и быстрее создавать и модифицировать экспериментальные установки, проще организовывать связь между ЭВМ, находящимися на значительном расстоянии, независимо от их типа<sup>/5-9/</sup>.

## I

В Лаборатории ядерных проблем для обмена массивами информации между системами КАМАК, удаленными друг от друга, разработаны и применяются регистры последовательной межкаркасной связи КИ 021 и КИ 022<sup>/10/</sup>. Блок КИ 021 позволяет выполнять параллельные загрузку и выдачу слова данных через магистраль каркаса по командам КАМАК, а блок КИ 022 выполняет эти операции через

разъемы на передней панели по внешним строб-импульсам. Последовательные передача и прием слова в обоих блоках выполняются через разъемы на передней панели. Соответственно блок КИ 021 содержит схему связи с магистралью КАМАК для записи и чтения данных и для работы с сигналом  $L$ , а блок КИ 022 имеет схему приема и выдачи слова в параллельном виде по строб-импульсам.

Оба блока могут подключаться к одним и тем же линиям связи. В качестве таких линий используются или две скрученные пары проводов длиной до 2 км с волновым сопротивлением 120 Ом, или два коаксиальных кабеля длиной до 100 м с волновым сопротивлением 100 Ом. Линия в виде скрученных пар подключается через разъем РП15-9; в нее подается ток 12 мА от парафазного источника тока, а в качестве приемника используется дифференциальный усилитель. Коаксиальные кабели подключаются через отдельные разъемы; сигналы по ним передаются в уровнях ТТЛ.

Основой блока является 20-разрядный сдвиговый регистр, осуществляющий преобразование параллельного кода в последовательный или обратно в зависимости от направления обмена. Обмен производится 16-разрядными словами данных. Структура полного 20-разрядного параллельного слова в регистре или последовательного в линии связи приведена на рис. 1. Слово начинается битом "Старт", далее следуют 16 битов данных, начиная с младшего, затем бит признака конца массива и, наконец, два бита "Стоп". Обмен осуществляется со скоростью 1,25 Мбит в секунду, которая стабилизирована кварцевым генератором, имеющим частоту 10 МГц.

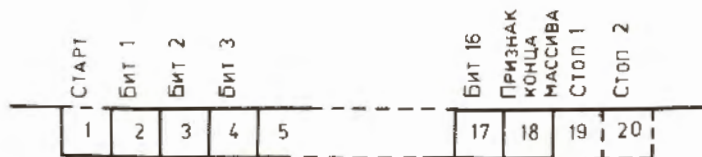


Рис. 1. Структура 20-разрядного слова в линии связи.

Работой сдвигового регистра в блоке управляет схема управления /рис. 2/. Импульсы от кварцевого генератора поступают на последовательно соединенные делители частоты на 8, 2 и 10. Нормально эти делители удерживаются в нулевом состоянии потенциалами, подаваемыми с триггера цикла ТЦ. С триггера управления ТУ поступает потенциал, разрешающий прием данных в регистр с линии связи и запрещающий выдачу данных с него в линию.

Работа схемы начинается по сигналу "Начало цикла", который образуется после поступления в блок команды последовательной

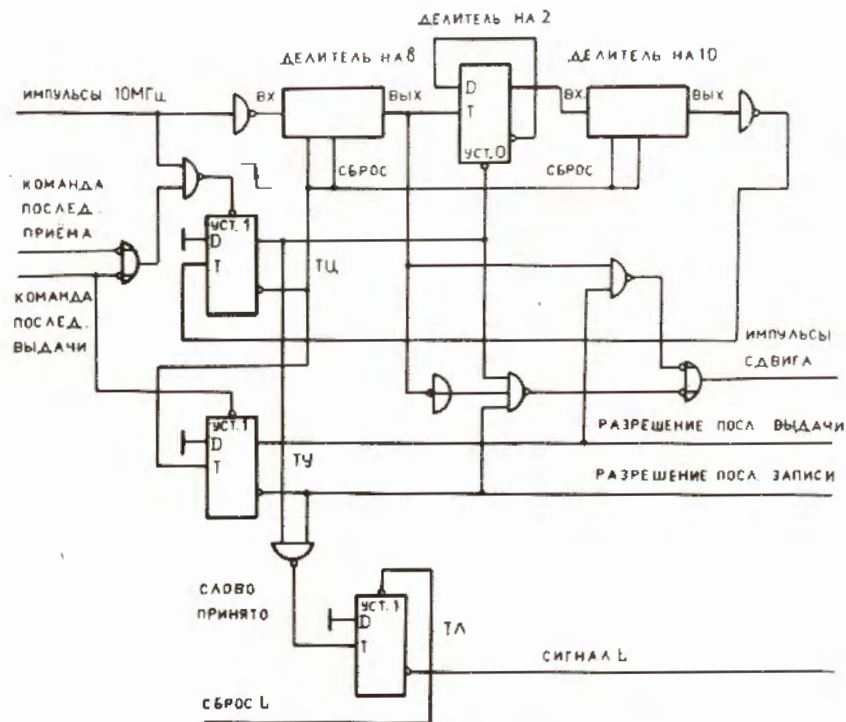


Рис. 2. Упрощенная схема управления.

выдачи /при необходимости передачи данных из регистра в линию связи/ или команды последовательного приема /при появлении стартового бита из линии/. В первом случае переходит в состояние "1" триггер ТУ, что означает разрешение передачи из регистра в линию и запрет приема с линии. Сигнал "Начало цикла" переводит триггер ТЦ в состояние "1", что освобождает делители частоты от принудительного нахождения в нулевом состоянии. Сигналы на выходе делителя на 8 выполняют роль импульсов сдвига для регистра; они следуют с периодом 800 нс.

Следует отметить, что первый импульс сдвига при последовательной выдаче должен появляться через 800 нс после прихода сигнала "Начало цикла" /для обеспечения длительности первого бита в линии 800 нс/, а при последовательном приеме - через 400 нс /для ввода поступающего бита в регистр в середине его длительности/. Это обеспечивается схемами пропускания, связанными с триггером ТУ, которые при последовательном приеме инвертируют импульсы, поступающие от делителя на 8. После прихо-

да 20 импульсов сдвига сигналом с выхода делителя на 10 сбрасываются триггеры ТЦ и ТУ и в случае приема данных устанавливается триггер сигнала L.

Блок межкаркасной связи КИ 021 /рис. 3/ предназначен для соединения в одну систему удаленных друг от друга каркасов КА-МАК, каждый из которых управляется местной ЭВМ. Параллельная загрузка сдвигового регистра производится с шин магистрали W1 ÷ W16 по командам F(16) или F(18). По команде F(18) заносится также признак конца массива, что необходимо для передачи массива в режиме ULS<sup>1/1</sup>. После загрузки схема управления вырабатывает 20 сдвиговых импульсов, обеспечивая последовательную выдачу разрядов слова через выходные схемы в линию связи.

Последовательные данные в регистр КИ 021 поступают через приемные схемы на вход сдвигового регистра и схему управления,

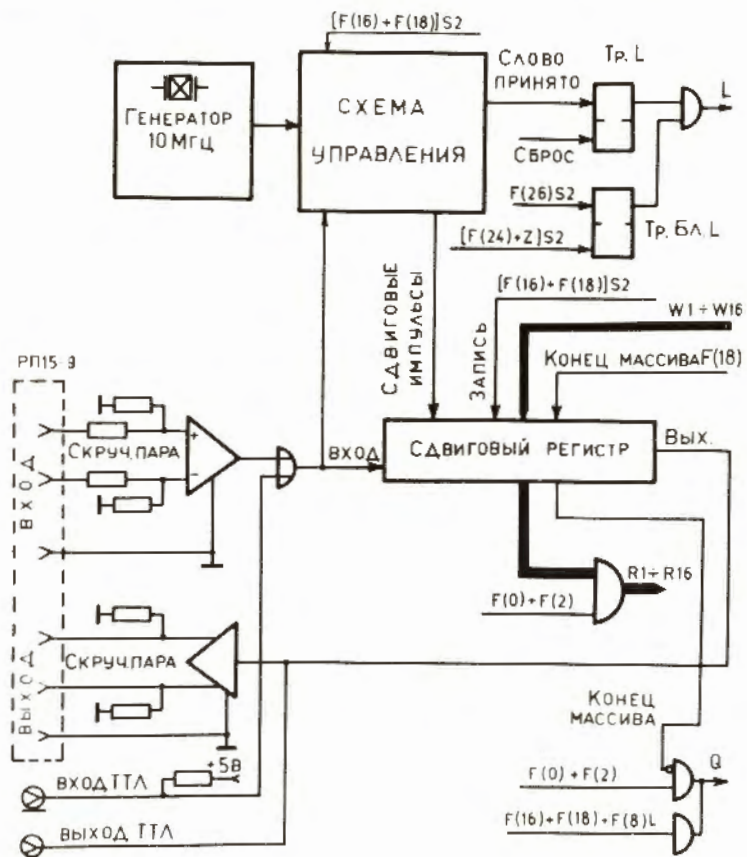


Рис. 3. Блок-схема регистра межкаркасной связи КИ 021.

которая после обнаружения стартового бита генерирует 20 сдвиговых импульсов. Затем в блоке управления вырабатывается сигнал "Слово принято", который устанавливает в "1" триггер L. При отсутствии блокировки сигнал L проходит на магистраль, сообщая об окончании принятия слова. Чтение принятых данных производится на шины магистрали R1 ÷ R16 по командам F(0) или F(2). По команде F(2) также запускается схема управления, которая сбрасывает сдвиговый регистр в "0" и снова генерирует 20 сдвиговых импульсов, что обеспечивает выдачу в линию связи нулевого ответного слова. Будучи принятым на другом конце линии связи, это слово означает подтверждение приема ранее посланного слова. При обнаружении на приемном конце признака конца массива блокируется сигнал Q во время выполнения команд F(0) или F(2).

Блок межкаркасной связи КИ 022 /рис. 4/ предназначен для подключения каркасов КАМАК к ЭВМ, управляющей их работой, но

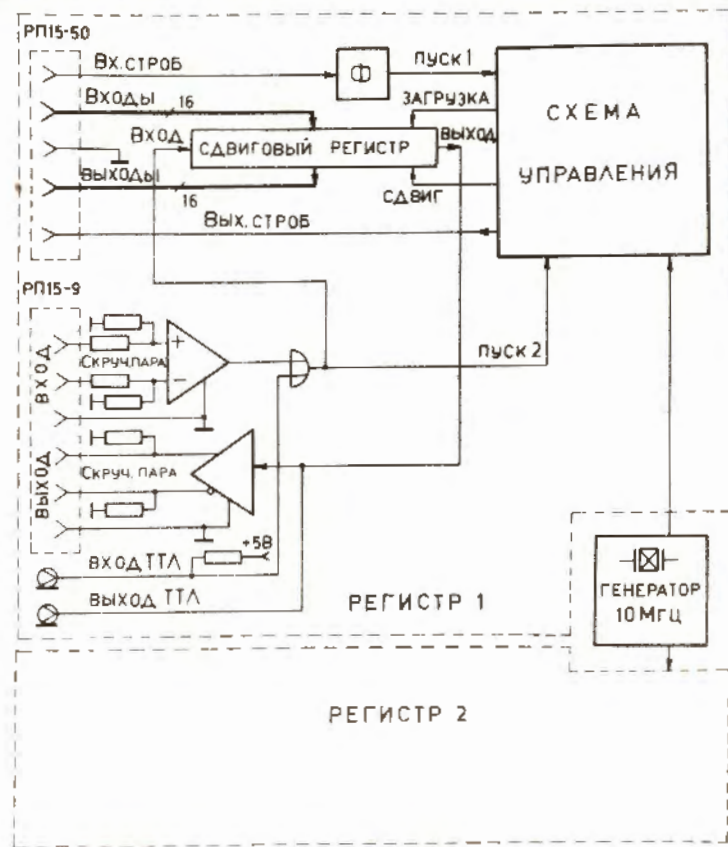


Рис. 4. Блок-схема регистра межкаркасной связи КИ 022.

находящейся на значительном расстоянии от них. Блок состоит из двух одинаковых частей, работающих независимо. Каждая часть имеет свои сдвиговый регистр и схему управления. Общим является только кварцевый генератор импульсов. При параллельной загрузке сдвигового регистра по входному строб-импульсу схема управления вырабатывает сигнал "Загрузка", с помощью которого данные от внешнего устройства с разъема на передней панели заносятся в сдвиговый регистр. Далее схема управления генерирует 20 сдвиговых импульсов, которые обеспечивают последовательную выдачу разрядов записанного слова через выходные схемы в линию связи.

Последовательные данные с линии связи через входные схемы блока КИ 022 поступают на вход сдвигового регистра и схему управления, вырабатывающую после обнаружения стартового бита 20 сдвиговых импульсов. После окончания последовательного ввода поступающего слова в сдвиговый регистр схема управления вырабатывает выходной строб-импульс, сообщающий внешнему устройству, что на выходных линиях находится новое параллельное слово.

## II

Рассмотрим пример организации системы последовательной межкаркасной связи между двумя ЭВМ через блоки КИ 021 /рис. 5/.

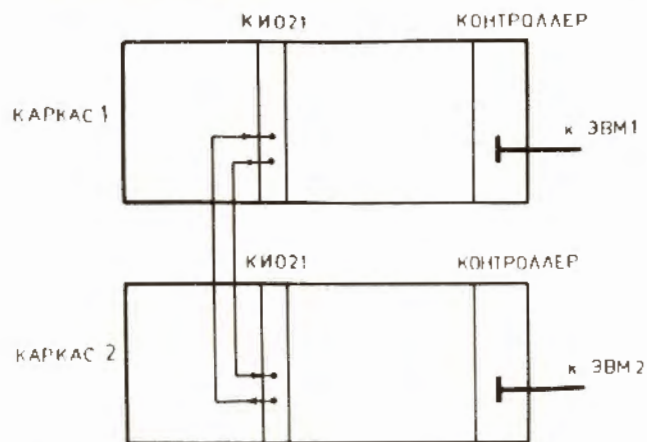


Рис. 5. Пример организации системы межкаркасной связи между двумя ЭВМ через блоки КИ 021.

Для этого необходимы два блока КИ 021 - по одному в каркасе у каждой ЭВМ. Действия устройств, участвующих в межкаркасной связи, представлены на рис. 6. Пусть надо передать массив дан-

ных из ЭВМ-1 в ЭВМ-2. В начале обмена ЭВМ-1 устанавливает в контроллере каркаса режим ULS и посылает в него первое слово массива по команде NA(0)F(16). Находящийся в этом каркасе передающий блок КИ 021 сбрасывает сигнал L и производит последовательную выдачу полученного слова данных в линию связи.

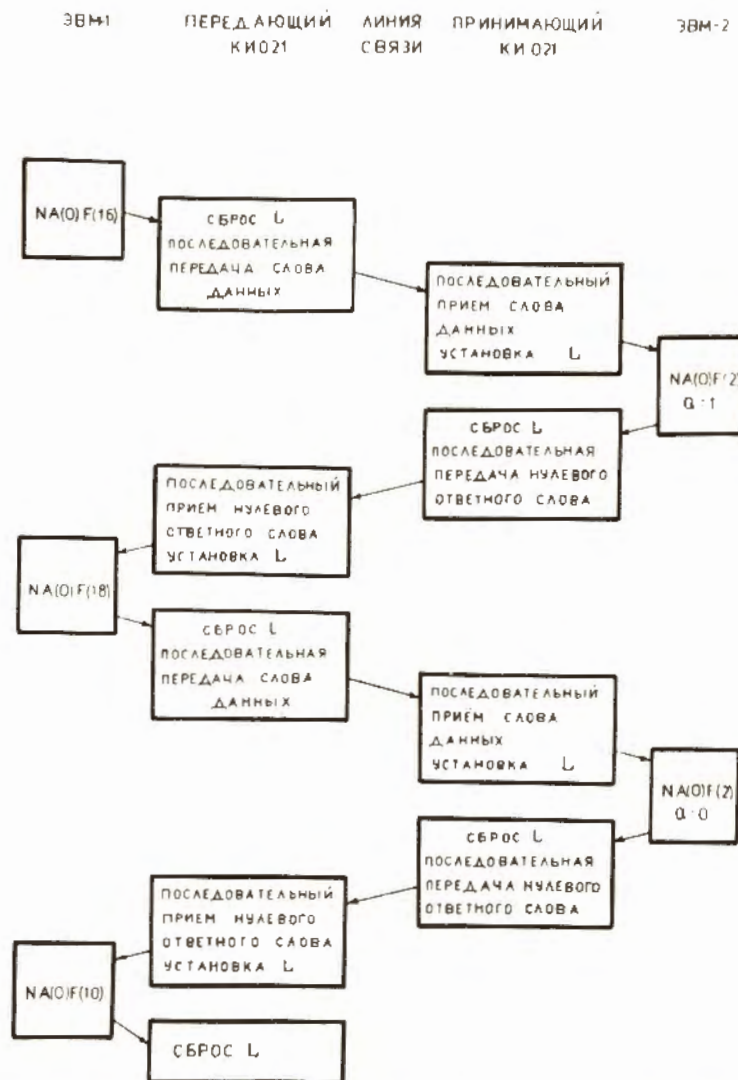


Рис. 6. Блок-схема взаимодействия двух ЭВМ при обмене информацией через блоки КИ 021.

Находящийся на другом конце линии связи блок КИ 021 принимает последовательное слово данных в свой сдвиговый регистр и устанавливает сигнал L. Этот сигнал вызывает прерывание работы ЭВМ-2, в которой запускается подпрограмма обслуживания линии связи. ЭВМ устанавливает в контроллере каркаса режим ULS и подает первую команду чтения NA(0)F(2). Затем в принимающем блоке КИ 021 сбрасывается сигнал L и производится последовательная передача нулевого ответного слова.

Передающий блок КИ 021 выполняет прием нулевого ответного слова и устанавливает сигнал L, который для ЭВМ-1 означает, что ЭВМ-2 приняла первое слово массива данных. Если ЭВМ-1 в течение некоторого времени после посылки первого слова не получит ответа с другого конца линии, то она может отказаться от дальнейшей работы. После получения ответного слова ЭВМ-1 становится ведущей, а ЭВМ-2 - ведомой на все время данного обмена массивом. В течение этого времени ЭВМ-1 посылает в каркас слова массива, начиная передачу каждого слова по сигналу L от передающего блока КИ 021. После того как все слова массива переданы, ЭВМ-1 подает команду NA(0)F(18), тем самым посылая дополнительное слово в сопровождении признака конца массива.

Принимающий блок КИ 021 выполняет прием слов данных и устанавливает сигнал L, который вызывает чтение очередного принятого слова по команде NA(0)F(2). Присутствующий в принятом слове признак конца массива блокирует появление сигнала Q во время выполнения команды чтения, что для контроллера и ЭВМ-2 означает окончание обмена. Приходящее после этого в передающий блок КИ 021 ответное нулевое слово, как обычно, устанавливает сигнал L, который для ЭВМ-1 означает окончание обмена. Этот сигнал L может быть сброшен командой NA(0)F(10).

Возможны и другие варианты обмена массивом. Например, чтение данных с принимающего блока может осуществляться по команде NA(0)F(0), а посылка ответного слова - по команде NA(0)F(16). В этом случае для ускорения обмена посылка ответного слова может производиться лишь для первого и последнего слов массива или не производиться вообще. Если ответные слова не предусмотрены, то ЭВМ-1 должна выдавать слова массива с заданной частотой.

Система позволяет осуществлять и различные варианты обмена отдельными словами. В этом случае обе ЭВМ будут равноправны.

В заключение рассмотрим пример организации системы межкаркасной связи, на одном конце которой находится блок КИ 022, а на другом - один или два блока КИ 021 /рис. 7/. Разъемы блока КИ 022, через которые передается параллельная входная или выходная информация, могут быть подключены к любым внешним устройствам, имеющим параллельные входные и выходные линии и управляющие сигналы типа "Запрос-ответ". Нами в качестве таких уст-

ройств используются контроллеры каркаса типа КК 004<sup>11)</sup> или КК 001<sup>12)</sup>, соединяемые с ЭВМ через линию межкаркасной связи. Для подключения контроллера КК 004 требуются обе половины блока КИ 022, а для подключения контроллера КК 001 достаточно одной половины.

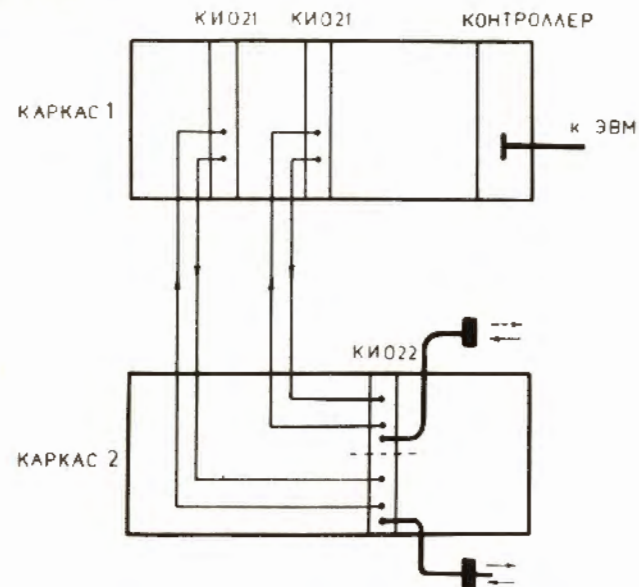


Рис. 7. Пример организации системы межкаркасной связи с использованием блоков КИ 021 и КИ 022.

В каркасе, непосредственно связанном с ЭВМ, каждой используемой половине блока КИ 022 должен соответствовать блок КИ 021. При таком подключении сохраняются все возможности указанных контроллеров. Алгоритмы обмена информацией могут быть близки к описанным выше. Разработанные системы межкаркасной связи эксплуатируются в Лаборатории ядерных проблем в течение года.

Авторы приносят благодарность за помощь при разработке и опытной эксплуатации системы В.Т.Сидорову, Ц.Вылову, Ф.Шварценбергу, М.Ноаку и В.А.Баранову.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Block Transfers in CAMAC Systems. Euratom, EUR 4100 Suppl., Luxembourg, 1977.

2. Bal F. et al. CERN-NP, CAMAC Note 41-00, Geneve, 1972.
3. Horvath P. et al. В кн.: "IX международный симпозиум по ядерной электронике". ОИЯИ, Д13-11182, Дубна, 1978, с.356.
4. EC 354 Technical Specification, DLCSED, Duresbury, 1975.
5. Ф.Вайдхазе и др. В кн.: "IX международный симпозиум по ядерной электронике". ОИЯИ, Д13-11182, Дубна, 1978, с.379.
6. Zacharov V. Там же, с.362.
7. Nuclear Enterprises, CAMAC Catalogue, Bulletin No. 108, Beenham Reading, England, 1977.
8. Borer Electronics AG, CAMAC Catalogue 61275/B, Solothurn, Switzerland, 1978.
9. Borer Electronics AG, Borer Journal No. 13, Solothurn, Switzerland, 1979, p.4.
10. Антохов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
11. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
12. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 февраля 1980 года.