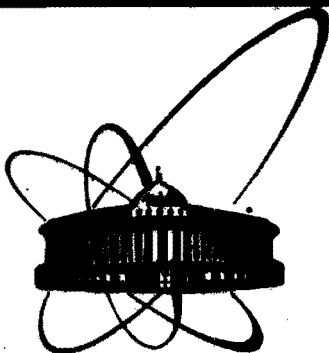


Д 396



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-86-265

А.Дец, М.Насоди, О.В.Стрекаловский,
Б.В.Фефилов, П.Хлавка

ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ СМ ЭВМ ЛЯР
Структура и программное обеспечение

1986

ВВЕДЕНИЕ

Измерительно-вычислительный комплекс Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ /ИВК ЛЯР/ состоит из территориально-рассредоточенных СМ ЭВМ /СМЗ, СМ4, ТРА1140, СИД300/ и микроЭВМ /Электроника-60, ДВК, МЕРА60/, предназначенных для проведения широкого круга исследований на циклических ускорителях тяжелых ионов. В качестве центральных машин используются ЭВМ ТРА1140 и СМ4, остальные входят в состав измерительных модулей /ИМ/ физических установок. Каждый ИМ, помимо ЭВМ, включает в себя необходимый набор электронных блоков /в основном в стандарте КАМАК/ и выполняет задачи отбора, накопления, предварительной обработки и визуализации экспериментальных данных, управления экспериментальной установкой. Для обеспечения сброса массивов экспериментальных данных на центральные ЭВМ ИВК для обработки, а также максимального использования сложного оборудования коллективного пользования, такого, как графопостроитель "DIGIGRAF", накопители на магнитной ленте, графический дисплей GD71, быстрая широкоформатная печать ЕС-7033, разработана локальная сеть ЭВМ ИВК ЛЯР.

1. СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Разрабатываемая сеть должна была удовлетворять ряду требований, а именно:

- обеспечивать возможность доступа к любой из двух базовых ЭВМ от удаленных на расстояние до 500 метров ЭВМ ИМ для использования вычислительных мощностей и периферийных устройств в измерительно-вычислительном центре У-400;
- обеспечивать возможность передачи файлов между ЭВМ, работающими под управлением различных операционных систем;
- учитывать, что удаленные ЭВМ ИМ и базовые ЭВМ подключены к различным электрическим сетям, и между их заземляющими шинами может существовать значительная разность потенциалов;
- информационные кабели должны проходить по участкам с высокими значениями электромагнитных полей, возникающих при работе ускорителей;
- разрабатываемая система должна быть простой и дешевой, собираться из готовых модулей.

Практически все ЭВМ ЛЯР оборудованы контроллерами для управления магистралью крейта в стандарте КАМАК, что определило использование для передачи информации между двумя ЭВМ модулей межкрейтной связи. К таким блокам относятся потенциальный входной-выходной регистр КЛ-11К^{1/7}, предназначенный для параллельной передачи 16-разрядных слов, блок последовательной межкрейтной связи КИ021^{2/7}, осуществляющий передачу 16-разрядных слов в формате NRZ /последовательный код без возврата к нулю/, и целый ряд других блоков, позволяющих передавать информацию между двумя находящимися на расстоянии друг от друга крейтами КАМАК. При использовании блоков, осуществляющих передачу информации в последовательном коде, необходимы затраты времени на такое кодирование и последовательную передачу каждого отдельного бита информации. При параллельной передаче все информационные биты передаются одновременно, что приводит к высоким скоростям передачи. Но выделение для передачи каждого информационного разряда отдельной линии связи при передаче информации между несколькими блоками приводит к необходимости коммутировать все эти линии связи. При последовательной передаче число требуемых линий связи уменьшается до двух. Для организации межмашинных связей в ЛЯР был выбран блок КИ021, позволяющий^{3/} осуществить передачу на расстояние до 2 км со скоростью 1,25 Мбит/с. К стандартному блоку КИ021 добавлена схема вызова, которая позволяет ЭВМ ИМ, где установлен такой блок, вызвать для связи одну из базовых ЭВМ измерительного центра У-400. По команде NA(1)F(12) вызывается для связи ЭВМ № 1 /СМ4/, по команде NA(0)F(12) для связи вызывается ЭВМ № 2 /ТРА1140/. Команды окончания сеанса связи - NA(0)F(14) или NA(1)F(14). Структура организации межмашинных связей показана на рис.1

Организация связи начинается с выдачи потенциального сигнала запроса связи с ЭВМ ИМ, который через блок оптоизоляции 632АА^{4/} поступает на регистр прерываний 303^{4/} /расположены в машинных крейтах базовых ЭВМ/. Регистр прерываний 303 выставляет запрос обслуживания LAM, а код, который устанавливается в этом регистре, однозначно связан с номером ЭВМ ИМ, которая хочет захватить канал связи. Если выбранная базовая ЭВМ свободна, то через аналоговые коммутаторы КА004^{5/} блок последовательной межкрейтной связи КИ21 базовой ЭВМ соединяется с блоком КИ021М ЭВМ ИМ. Управление магистралью КАМАК осуществляется по программному каналу контроллерами К106 и САМ 1.22. Чтобы не загружать процессор ожиданием ввода, используется режим прерываний. В машинных крейтах ЭВМ кроме модулей, используемых для связи, находятся другие программно-управляемые модули. Поскольку блоки для передачи информации выполнены в стандарте КАМАК, возможно подключение к сети измерительного модуля, который управляется отличной от серии СМ ЭВМ вычислительной машиной, например микроЭВМ КМ 001 или ИСС80.

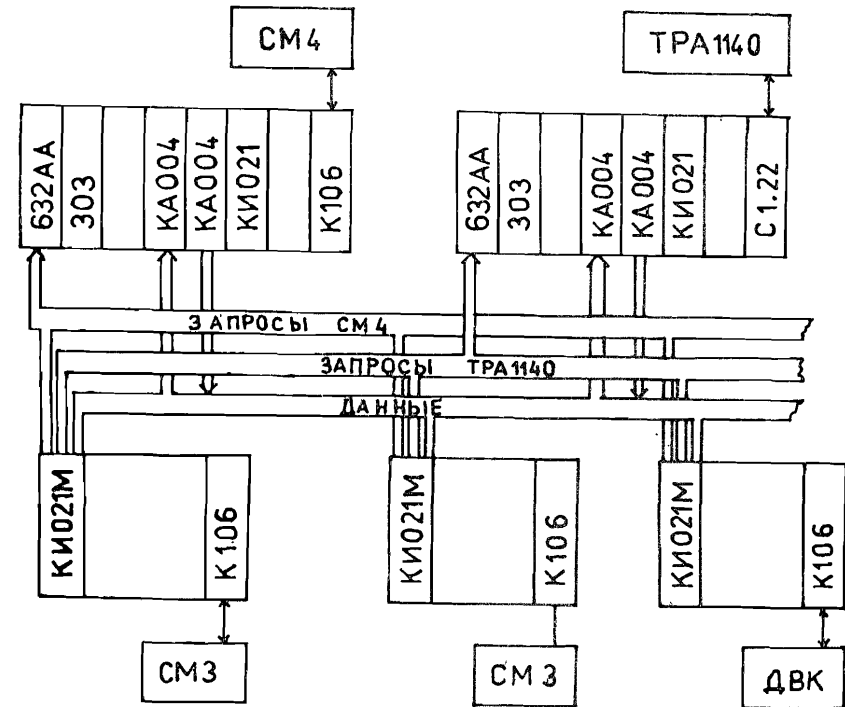


Рис.1. Структура организации межмашинных связей.

2. ПРОТОКОЛ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Для управления передачей информации в локальной сети ЭВМ ЛЯР был разработан протокол информационного обмена "ПАС". В протоколе определено три уровня: физический уровень, уровень управления информационным каналом и уровень сеансов связи.

2.1. Физический уровень

Характеристики физической передачи определяются модулем КИ021. Используется последовательный код без возвращения к нулю, длина передаваемого слова 16 бит, скорость передачи 1,25 Мбит/с.

Удаленная ЭВМ ИМ для вызова выбранной базовой ЭВМ использует модуль КИ021М, который устанавливает сигнал вызова, требуя обслуживания коммутатором. Коммутатор запоминает пришедшие вызовы и осуществляет физическое подключение выбранного канала. По установленному каналу возможен обмен 16-разрядными словами. Поскольку в момент подключения в информационном канале находится случайный код, для проверки установления физического канала пере-

дается специальное слово синхронизации, появление которого означает, что канал установлен. Основная последовательность операций для ЭВМ ИМ такова:

- вызов выбранной базовой ЭВМ;
- ожидание слова синхронизации;
- последовательная передача и прием отдельных слов.

Последовательность рабочих операций для базовой ЭВМ следующая:

- прием вызова от ЭВМ ИМ;
- подключение требуемого канала и передача слова синхронизации;
- последовательность передачи и приема отдельных слов;
- отключение от канала.

2.2 Уровень управления информационным каналом

На этом уровне обеспечивается безошибочная передача информации между ЭВМ. Сообщения передаются в виде отдельных пакетов, снабженных заголовками транспортного протокола. Формат пакета приведен на рис.2. Тип передаваемого пакета определяет заголовок ТП /тип пакета/, младший байт которого содержит значение определенного символа в коде КОИ-7. СЧТБ - счетчик числа байтов, передаваемых в текущем сообщении. Максимальное значение передаваемых в одном сообщении /пакете/ байт - 512. Значение передаваемой информации зависит от кода, находящегося в заголовке ТП. Пакет передается по словам. Для контроля правильности передачи подсчитывается арифметическая контрольная сумма информационной части, которая должна совпасть со значением контрольной суммы КС, передаваемой в конце каждого пакета. При передаче пакета на каждое передаваемое передатчиком слово приемник возвращает обратно принятое слово. Если при передаче не было обнаружено ошибок, то в ответ на получение значения контрольной суммы КС пакета приемник отвечает передачей кода синхронизации, в противном случае передается код ошибки. Слово кода ошибки содержит в младшем байте стандартный для операционной системы RSX11M код ошибки /Q10SYM.MSG/. Слово кода синхронизации содержит в младшем байте код @. Старшие байты в слове заголовка ТП, кода ошибки и кода синхронизации зарезервированы для мультиплексного режима передачи пакетов и в настоящее время не используются. В таблице приведены форматы информационных пакетов.

ТП	СЧТБ	ИНФОРМАЦИЯ	КС
----	------	------------	----

Рис.2. Формат пакетов, передаваемых в локальной сети.

Таблица

Пакеты, передаваемые в локальной сети ИВК ЛЯР

Тип пакета	Функция, выполняемая пакетом, и значение информационной части
"А"	Логическое подключение. Если СЧТБ=2, то код идентификации в двух байтах; если СЧТБ>2, то код идентификации в виде имя/пароль.
"D" или "B"	Передача информации. Передача сообщения по блокам или по рекордам.
"С"	Сообщение на главный системный терминал.
"G"	Запрос поиска файла для передачи. Первый байт - тип файла, второй байт - метод передачи. Остальные байты - идентификатор файла в коде КОИ-7.
"H"	Запрос открытия файла для приема. Первый байт - тип файла, второй байт - метод передачи. Второе слово - длина рекорда. Третье слово - размер файла в блоках.
"I"	Режим удаленного терминала.
"E"	Запрос закрытия файла.
"F"	Запрос удаления заголовка файла из каталога.
"J"	Запрос окончания передачи. В случае прихода от ЭВМ ИМ запрос окончания сеанса связи.

Отдельно может передаваться слово синхронизации, в младшем байте которого содержится код символа @. Используется, как отметка начала передачи, и в случае изменения направления передачи.

2.3. Уровень сеансов связи

Этот уровень отвечает за установление, поддержание и уничтожение логических каналов между различными программами пользователей, функционирующих в сети. Установление логических каналов

осуществляется на основе обмена определенным набором управляющих пакетов, которыми обмениваются программы уровня сеансов связи. Программное обеспечение сети предусматривает следующую последовательность действий и порядок передачи пакетов для удаленной ЭВМ измерительного модуля:

- вызов подключения канала связи к выбранной базовой ЭВМ и ожидание приема кода синхронизации /"@"/;
- передача запроса установления логического канала /пакет "A"/;
- последовательность передачи и приема файлов или сообщений;
- передача запроса окончания связи /пакет "J"/.

Передача файла включает в себя:

- передачу заголовка файла /пакет "H"/;
- последовательную передачу файла по блокам или рекордам /пакеты "B" или "D"/;
- передачу команды закрытия файла для сохранения /пакет "E"/ или удаления из каталога /пакет "F"/.

Прием файла состоит из:

- передачи заголовка файла, который должен быть передан с базовой ЭВМ /пакет "G"/;
- передачи кода синхронизации /"@"/;
- приема заголовка файла /пакет "H"/;
- последовательного приема файла по блокам или по рекордам /пакеты "D" или "B"/;
- приема команды закрытия файла /пакет "F" или "E"/;
- приема заголовка следующего принимаемого файла /пакет "H"/ или пакета требования окончания сеанса связи /пакет "J"/.

Сообщения на главный системный терминал, которые должны быть оформлены в виде пакетов типа "C", можно передавать одновременно с процессом передачи и приема файлов.

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ

На базовой ЭВМ программное обеспечение состоит из трех задач, взаимодействие которых показано на рис.3. Задача MINET написана на макроассемблере и запускается с низким уровнем приоритета.

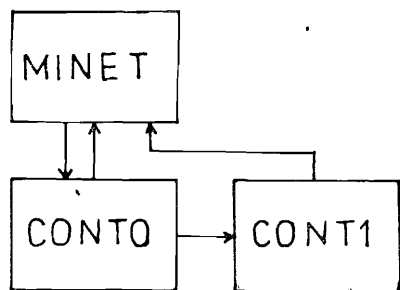


Рис.3. Взаимодействие между задачами программного обеспечения сети на базовой ЭВМ.

Она периодически проверяет запросы на установление канала связи от ЭВМ ИМ и при наличии запроса подключает выбранный канал и останавливается. Вновь перейти в активное состояние, то есть в режим проверки запросов на подключение, эта задача может по приказам из задач CONTO или CONT1. При работе задача MINET для визуального контроля периодически включает лампочки пульта ЭВМ, создавая иллюзию "бегущих огней".

Задача CONTO написана на языке Паскаль, за исключением подпрограмм управления модулями в стандарте КАМАК, где использован способ программирования "КАМАКРО" /6/. Эта задача посылает код синхронизации и принимает пакет логического подключения "A". Если пакет содержит в своей информационной части код идентификации пользователя в явно заданной форме, то запускается задача CONT1 с этим кодом. Если информационная часть пакета "A" имеет вид имя/пароль пользователя, то код идентификации, с которым запустится программа CONT1, должен находиться в файле RSX11.SYS. При ошибке передачи или отсутствии кода идентификации пользователя в файле RSX11.SYS передается код ошибки, и запускается программа MINET. На терминал посылается сообщение об ошибке: FALSE QUARRY. Если при подключении ошибок не было, то на системный терминал выводится код идентификации пользователя, с которым ЭВМ ИМ подключилась к сети.

Задача CONT1 посылает код синхронизации, после чего управляет передачей в соответствии с протоколом. При приеме пакета окончания передачи /пакет "J"/ CONT1 останавливается, и запускается программа MINET.

Для удаленной ЭВМ ИМ или базовой ЭВМ, которая при передаче берет на себя такие же функции, как ЭВМ ИМ, программное обеспечение сети состоит из программ TRN, PUTFIL, PUTTXT, GETFIL.

Программа TRN работает только на ЭВМ с операционной системой RSX11M. Эта программа работает для ЭВМ ИМ и базовой ЭВМ аналогично системной программе PIP. При помощи программы TRN можно передавать информацию между разными устройствами разных ЭВМ, например копировать информацию с диска на магнитную ленту или на диск удаленной ЭВМ, передавать файл с подготовленными на ЭВМ ИМ данными на графопостроитель и т.д. В программе предусмотрено использование различных ключей, значение которых подобно применяемым в программе PIP для изменения параметров передаваемых файлов. В случае возникновения ошибки передача прекращается, на экране дисплея появляется сообщение о причине ошибки, а переданный ошибочный файл уничтожается. Предусмотрен ключ /HE/, который вызывает текстовый файл TRN.HLP, содержащий подробное описание по использованию программы TRN. Ниже приведены примеры работы с этой программой. Во всех приведенных примерах подчеркнуты операторы, появившиеся на экране дисплея в ответ на команды оператора. В первом примере файл A.DIG с диска DK2 будет по рекордам передан на планшетный графопостроитель.

Пример 1

```
> TRN(CR)
TRN> <1 GORSHKOV/AAA(CR)
TRN>=DK2:[5,3]A.DIG/REC(CR)
```

Оператор должен выполнить ряд действий, а именно:

- запустить программу TRN;
- выбрать направление передачи и номер базовой ЭВМ, с которой будет установлена связь;
- задать выходные и входные файлы;
- определить, каким образом следует организовать передачу, по блокам или по рекордам.

Во втором примере приведены команды копирования диска на магнитную ленту.

Пример 2

```
>TRN(CR)
TRN> <1 GORSHKOV/AAA(CR)
TRN> MTO:=DK3:/DEV(CR)
How many blocks to transmitt?(CR)
```

Программы PUTFIL, PUTTXT, GETFIL написаны на языке Паскаль и работают как на ЭВМ с операционной системой RT11, так и RSX11M. Программа PUTFIL предназначена для передачи файлов по рекордам длиной 512 байт на выбранную базовую ЭВМ. Программа PUTTXT служит для передачи текстовых файлов, а GETFIL - для запроса поиска нужного файла на базовой ЭВМ и передачи его к ЭВМ ИМ. Работа с этими программами практически одинакова. В примере 3 текстовый файл передается с гибкого диска ЭВМ ИМ на диск базовой ЭВМ.

Пример 3

```
R PUTTXT(CR)
Computer number(1 for TRA1140,0 for SM4):0(CR)
Type NAME/PASSWORD:Gorshkov/AAA(CR)
Wait for connection--
File name: DK1:A.TXT = DX1:A.TXT(CR)
File name:(CR)
```

Чтобы закончить передачу, достаточно ввести пустую строку в RT11 или (CTRL)Z в RSX11M.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По своей организации локальная сеть ЛЯР является иерархической структурой, на одном уровне которой находятся измерительные модули, на другом - две базовые ЭВМ. Причем постоянно идет процесс модернизации и развития на обоих уровнях. Создание первого варианта локальной сети ЛЯР позволило разрешить ряд проблем. Удаленные пользователи получили доступ к внешним устройствам базовых ЭВМ в измерительном центре У-400. Стала несущественной несовместимость стандартов записи дисковых накопителей СМ5400 и МЕРА9450, поскольку можно легко передавать необходимые файлы по каналам связи. Отпала необходимость в написании специальных программ для передачи на базовые ЭВМ для обработки экспериментальных данных, получаемых в ходе физического эксперимента.

Использование при разработке программного обеспечения сети языка высокого уровня Паскаль и метода программирования "КАМАКРО" позволило создать программы, достаточно легкие для понимания и пригодные для дальнейшего развития.

Однако повышение вычислительных мощностей Лаборатории ядерных реакций ограничено недостаточной производительностью базовых ЭВМ и малым количеством дисковой памяти на ЭВМ СМ4 и ТРА-1140 /около 30 Мбайт/, что не позволяет завести единый архив программ и создать базы данных в рамках всей лаборатории.

Авторы выражают благодарность В.М.Морозову и В.К.Соколову за помощь в прокладке кабелей, М. Грудзеню, Ю.Грабарчику и В.Перковски за доработку, настройку и проверку блоков КИ-021М, Д.Балуке за помощь в переносе программ связи на ЭВМ, работающих под управлением операционной системы RT11.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов В.И. и др. ОИЯИ, Р13-86-256, Дубна, 1986.
2. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
3. Синаев А.Н., Чуринов И.Н. ПТЭ, 1982, № 1, с.89.
4. САМАС Polon Catalogue. AGPOL, Warszawa, 1982.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
6. Насоди М., Стрекаловский О.В. ОИЯИ, Р10-86-92, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 апреля 1986 года.

Дец А.и др.

P10-86-265

Локальная сеть СМ ЭВМ ЛЯР.

Структура и программное обеспечение

Описывается локальная сеть ЭВМ измерительно-вычислительного комплекса Лаборатории ядерных реакций. Использован метод коммутации каналов межмашинной связи. Аппаратурно сеть реализована из готовых блоков в стандарте КАМАК. Описаны трехуровневый протокол передачи информации в сети и реализующее его программное обеспечение.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Dec A. et al.

P10-86-265

Local Net of the Laboratory of Nuclear Reactions.

Structure and Software

Computer local net of the Laboratory of Nuclear Reactions is described. The communication channel commutations method and CAMAC modules are used. Three level protocol of data commutation and software are considered.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986