

**АРХИТЕКТУРА И АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600**

Б. Л. Ерухимов, В. Н. Черненко

Рассматриваются принципы организации, техническая и программная реализация радиальной сети локальных измерительно-вычислительных комплексов (ЛИВК), являющейся базовым элементом будущей системы коллективного пользования радиотелескопом. Центром действующего варианта сети (ХОСТ-машина) является процессор «Электроника-125» с памятью 256 Кбайт, сателлитами — микро-ЭВМ «Электроника НМС11100.1» с крейтами КАМАК. ХОСТ-ЭВМ работает под управлением ТS-монитора ОС РАФОС-II. Особенностью сети является возможность работы сателлитных ЭВМ как в режиме эмуляции терминала ХОСТ-ЭВМ с возможностью доступа к необходимым операционным ресурсам, так и в автономном режиме поддержки ЛИВК. При этом для сателлитных ЭВМ не является обязательным наличие дисковых носителей, перфостанции или специального ПЗУ, что существенно упрощает развертывание и эксплуатацию базового комплекта ЛИВК.

Organization principles, technical and program realization of the radial net of local measure-computing complexes (LMCC) are considered. LMCC is the base element of the future system for collective use of the radio telescope. The central part of this net (a Host-computer) is a processor «Elektronika-125» with a memory of 256 Kbyte, and the satellites are micro-computers of «Elektronika NMC 11100.1» type with KAMAK crates. The Host-computer is controlled by TS-monitor of the RAFOS-II OS. The main feature of this net is the possible operation of satellite-computers both in the Host-computer terminal emulation application with an access to the necessary operating resources, and in offline application with LMCC support. For the satellite computers it is not necessary to have the disk units or a special ROM system, that essentially simplifies installation and use of the base LMCC hardware.

Архитектура и аппаратура сети ЛИВК. Специфика современного радиоастрономического эксперимента требует комплексирования средств автоматизации и вычислительной техники по крайней мере на двух уровнях [1, 2]. На нижнем уровне находятся локальные измерительно-вычислительные комплексы (ЛИВК), в задачу которых входит сбор и по возможности первичная обработка радиоастрономической информации, а также управление радиометром и антенной системой. ЛИВК обычно строятся на основе микро-ЭВМ. Комплекс верхнего уровня предназначен для более глубокой обработки информации (получение параметров радиоисточников, построение радиоизображений с использованием средств машинной графики и т. д.) с последующей архивизацией наблюдательных данных. Комплекс верхнего уровня строится на основе мини- или супермини-ЭВМ и представляет собой открытую многотерминальную систему.

Идеология и конструкция радиотелескопа РАТАН-600 обеспечивает одновременность и независимость проведения нескольких наблюдательных экспериментов, поддерживаемых соответствующими ЛИВК, на разных облучателях. В этих условиях наиболее эффективной с точки зрения комплексной автоматизации является радиальная двухуровневая сетевая структура с ХОСТ-ЭВМ на верхнем уровне и сателлитными ЭВМ в качестве базовых элементов ЛИВК на нижнем. Возможности, предоставляемые такой архитектурой, реализуются наиболее полно, если выполняются следующие условия:

— совместимость систем команд ХОСТ-ЭВМ и спутниковых ЭВМ «сверху вниз»;

— возможность работы спутниковой ЭВМ в режиме эмуляции терминала ХОСТ-ЭВМ на правах абонента многотерминальной системы;

— возможность формирования загрузочных программных модулей для работы на ЛИВК на ХОСТ-ЭВМ в режиме эмуляции терминала с последующей загрузкой в спутниковую ЭВМ по той же линии связи. При этом должен сохраняться многотерминальный режим ХОСТ-ЭВМ;

— работа спутниковой ЭВМ в режиме ЛИВК с возможностью обмена данными с ХОСТ-ЭВМ при том же условии сохранения многотерминального режима ХОСТ-ЭВМ.

При выполнении перечисленных условий резко повышается эффективность отладки программ для ЛИВК, снижается аппаратная насыщенность базового комплекта ЛИВК. Для работы в рассматриваемой сети базовый ЛИВК должен состоять из одноплатной ЭВМ, интерфейса линии связи, интерфейса КАМАК и дисплея. Кроме того, большие возможности предоставляет использование ХОСТ-ЭВМ в режиме работы ЛИВК (архивизация данных в реальном времени,

запуск из программы, выполняющейся в ЛИВК, вычислительных процессов на ХОСТ-ЭВМ, программная связь через ХОСТ-ЭВМ различных ЛИВК между собой и

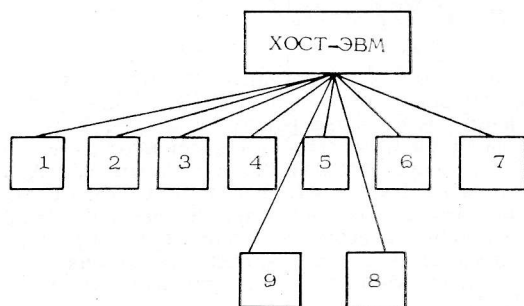


Рис. 1. Многотерминальный комплекс РАТАН-600 с двумя ЛИВК.

1—7 — терминалы в помещении лабораторного корпуса; 8, 9 — удаленные ЛИВК.

т. д. [2]). На основе указанных обстоятельств была разработана и реализована сеть ЛИВК, состоящая из двух радиальных ветвей и входящая в состав многотерминального комплекса РАТАН-600 (рис. 1). Многотерминальный комплекс, построенный на базе процессора «Электроника-125» с памятью 256 Кбайт, поддерживает независимую работу семи терминалов в режиме разделения времени и выполняет функции ХОСТ-ЭВМ для двух ЛИВК. ЛИВК построены на базе одноплатных микро-ЭВМ «Электроника-НМС 11100.1» с необходимыми встроенными интерфейсами, интерфейсов КАМАК и линии связи.

Связь каждого ЛИВК с ХОСТ-ЭВМ осуществляется через пару коаксиальных кабелей, подключенных к платам последовательного интерфейса типа 5 P.036.14 и 5 P.036.15 (разработка СКБ НИИ СО АН СССР), осуществляющего полный протокол дуплексного старт-стопного асинхронного обмена 16-разрядными словами с внутрисловной синхронизацией. К достоинствам используемого интерфейса относятся:

— стандартный программный доступ к интерфейсу через пары регистров состояния и данных, что позволило включить ЛИВК в стандартную многотерминальную операционную систему как обычные терминалы;

— режим аппаратного контроля за состоянием линии с возможностью определения наличия абонента на связи по значению 15-го разряда регистра состояния передатчика;

— высокая скорость передачи данных (до 1 Мбит/с в зависимости от длины линии);

— полная гальваническая развязка линий связи и ЭВМ. Незначительная доработка интерфейса, заключающаяся в увеличении скважности информационных импульсов и усилении их по мощности, позволила довести длину каждой линии связи до 1 км при паспортной длине 500 м.

Для инициации ЛИВК после включения питания использовано штатное ПЗУ микропрограмм начального пуска процессора, однако ввод программы «АБСОЛЮТНЫЙ ЗАГРУЗЧИК» возможен с линии под управлением ХОСТ-ЭВМ. Подробно различные режимы работы ЛИВК рассматриваются ниже.

Система программного обеспечения сети ЛИВК (СПОСЛ) существенно ориентирована на работу в операционной среде разделения времени ОС РАФОС-II. Этот монитор эмулирует для каждого пользователя в режиме разделения времени однозадачный SJ-монитор ОС RT-II (РАФОС). Кроме того, указанная ОС предоставляет пользователю дополнительные возможности, реализуемые программно [3], как-то:

- запуск автономного (ДЕТАСН), т. е. не связанного с конкретным терминалом, задания, оформленного в виде командного файла;
- обмен сообщениями между терминалами;
- обмен информацией между задачами, запущенными с разных терминалов, либо как автономные, с использованием аппарата «почтовых ящиков»;
- определение логического номера линии, на которой выполняется задача;
- закрепление задачи в оперативной памяти (блокирование свопинга);
- прекращение системного сеанса работы с произвольной линией.

Перечисленные возможности, реализованные в TS-мониторе РАФОС-II как дополнительные EMT-инструкции, широко использовались при разработке СПОСЛ, что позволило существенно упростить логику системы и минимизировать размеры программных модулей.

Функционально СПОСЛ делится на две части, а именно:

- программное обеспечение ХОСТ-ЭВМ;
- программное обеспечение спутниковой ЭВМ.

Программное обеспечение спутниковой ЭВМ включает загрузочный модуль LE60 и объектный модуль SLMON.

Программное обеспечение ХОСТ-ЭВМ. Основной компонентой программного обеспечения ХОСТ-ЭВМ является программа HMON (HOST MONITOR). Программа написана на языке макроассемблера MACRO-II с использованием макробibliothек структурных расширений MACRO-II/SP.

Программа HMON запускается как автономное задание при загрузке ОС, закрепляется в памяти и переходит в режим ожидания запросов от спутниковых ЭВМ. Область памяти, необходимая для работы программы, составляет 7 Кбайт. Структура программы представлена на рис. 2.

HMON выполняет следующие функции:

- прием и обслуживание запросов на начальную инициализацию спутниковых ЭВМ и вывод последних на режим эмуляции терминала;
- прием и обслуживание запросов на телезагрузку рабочих программ, оформленных в виде SAV-модулей, в спутниковые ЭВМ;
- прием и обслуживание запросов на прием данных от спутниковых ЭВМ с организацией файла данных на указанном в запросе устройстве (диске, магнитной ленте и т. д.);
- прием и обслуживание запросов на запуск в ХОСТ-ЭВМ, некоторой автономной процедуры, в частности обработки данных, полученных от спутниковой ЭВМ;
- прием и обслуживание запросов на передачу данных с указанного в запросе устройства в спутниковую ЭВМ;
- контроль функционирования линии связи с спутниковой ЭВМ, в случае неисправности или появления запроса на загрузку рабочей программы прекращение системного сеанса работы с линией.

Ядром программы HMON является подпрограмма COMPL, оформленная в виде рекурсивной, т. е. планирующей вызов самой себя по прошествии некоторого временного интервала, процедуры завершения. Интервал между соседними проходами COMPL составляет 1 с. Основная программа находится в это время в состоянии ожидания (выполняется макрокоманда SPND). Время, затрачиваемое на один проход COMPL, примерно на 3 порядка меньше, чем интервал между соседними проходами. Благодаря этому выполнение программы HMON практически не требует загрузки процессора, что является весьма существенным для эффективной работы нескольких пользователей в режиме разделения времени.

При работе программы HMON всей сети спутниковых ЭВМ становится в соответствие некоторый вектор состояния. Размерность вектора определяется числом спутниковых ЭВМ в сети, а координаты характеризуют текущее состоя-

ние каждой спутниковой ЭВМ. Каждая координата может принимать 8 следующих значений:

- 0 — спутниковая ЭВМ выключена, установлен 15-й разряд регистра состояния передатчика линии;
- 1 — спутниковая ЭВМ включена, установлен запрос на начальную загрузку;
- 2 — начальная загрузка произведена, спутниковая ЭВМ работает в режиме эмуляции терминала ХОСТ-ЭВМ;

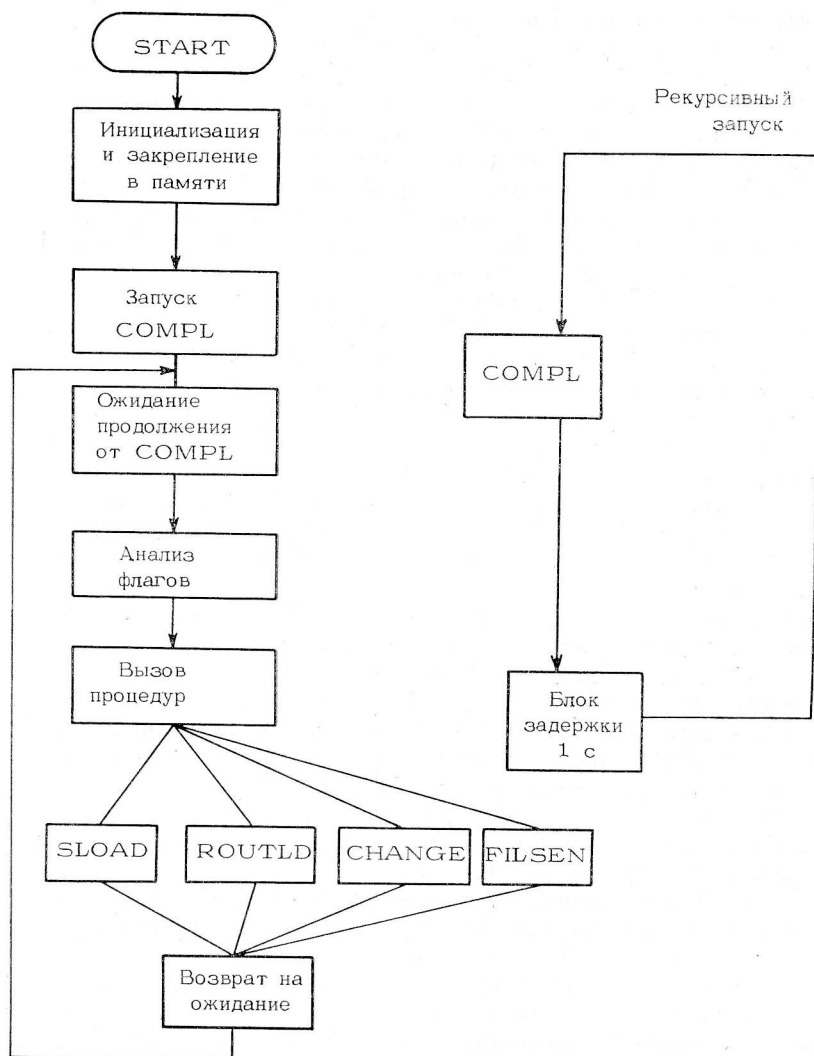


Рис. 2. Структура программы HMON.

- 3 — работает процедура загрузки рабочей программы в спутниковую ЭВМ;
- 4 — работает процедура начальной загрузки спутниковой ЭВМ;
- 5 — рабочая программа в спутниковой ЭВМ установила запрос на передачу файла данных;
- 6 — в спутниковой ЭВМ работает загруженная программа;
- 7 — рабочая программа в спутниковой ЭВМ установила запрос на прием файла данных.

Роль процедуры COMPL заключается в циклическом анализе вектора состояния сети. При появлении какого-либо запроса COMPL устанавливает флаги условий (значения координат вектора состояния сети) и выдает макрокоманду .RSUM, которая выводит основную программу из режима ожидания. После этого

в основной программе производится анализ флагов условий, в соответствии с которыми вызывается одна из следующих процедур:

SLOAD — процедура начальной загрузки сателлитной ЭВМ и запуска в ней режима эмуляции терминала;

ROUTLD — процедура загрузки рабочей программы в сателлитную ЭВМ;

CHANGE — процедура приема данных от рабочей программы в сателлитной ЭВМ и оформления их в виде файла на соответствующем устройстве;

FILSEN — процедура передачи файла данных с устройства ХОСТ-ЭВМ в буфер рабочей программы сателлитной ЭВМ.

После отработки вызванной процедуры основная программа модифицирует флаги условий и возвращается в режим ожидания. Если одновременно поступили запросы от нескольких сателлитных ЭВМ (одновременным считается поступление нескольких запросов в интервале между соседними проходами **COMPL**), то **COMPL**, считывая запросы последовательно, при проходе выдает несколько макрокоманд **.RSUM**, и основная программа выполняет требуемые процедуры по очереди, после чего переходит в режим ожидания. Очередность удовлетворения запросов в этом случае определяется логическими номерами терминальных линий, соответствующих сателлитным ЭВМ, под которыми эти линии зарегистрированы в операционной системе.

Как было сказано выше, **СПОСЛ** широко использует системный аппарат почтовых ящиков. Под почтовым ящиком в многотерминальной системе понимается некая резидентная область памяти, доступ к которой возможен из различных программных разделов с помощью программных прерываний (**EMT**-инструкций). При работе **СПОСЛ** каждой сателлитной ЭВМ ставится в соответствие ее почтовый ящик, идентифицируемый по имени.

Процедура **COMPL** воспринимает запросы на изменение вектора состояния сети в различной форме. Если линия активирована в операционной системе, т. е. сателлитная ЭВМ работает в режиме эмуляции терминала, запросы воспринимаются в виде сообщений, помещаемых пользовательскими программами в почтовый ящик и считываемых с помощью процедуры **COMPL**. Если линия не активирована, запросы идентифицируются в соответствии с информацией, считываемой **COMPL** с регистров состояния и данных интерфейса линии.

Рассмотрим работу системы на примере возможных последовательных модификаций состояния элемента сети.

В начальный момент сателлитная ЭВМ выключена, значение соответствующей координаты (**CNT**) вектора состояния сети равно 0. При включении сателлитной ЭВМ отработывает аппаратный протокол межмашинного интерфейса, снимается 15-й разряд в регистре состояния передатчика интерфейса и значение **CNT** устанавливается равным 1. Далее анализируется необходимость начальной загрузки сателлитной ЭВМ. При выполнении ряда условий **COMPL** принимает решение о проведении загрузки и выдает макрокоманду **.RSUM**, на основании чего основная программа вызывает процедуру **SLOAD**. Процедура **SLOAD** считывает с системного устройства файл **LE 60. ABS** и побайтно передает его в сателлитную ЭВМ. На время работы процедуры **SLOAD** значение **CNT** устанавливается равным 4. Файл **LE 60. ABS** состоит из последовательно расположенных программ абсолютной загрузки и эмуляции терминала. По окончании загрузки в сателлитной ЭВМ автоматически запускается программа эмуляции терминала, линия регистрируется операционной системой и начинает работать стартовый командный файл терминала. В процессе работы командного файла запускается программа **STDLS**, которая помещает в почтовый ящик сообщение о старте линии. Сообщение считывается процедурой **COMPL**, и значение **CNT** устанавливается равным 2.

В режиме эмуляции терминала пользователь сателлитной ЭВМ генерирует загрузочный модуль (в формате **SAV**) с возможностью автономной, т. е. внесистемной работы, необходимой для рабочей программы. После этого пользователь набирает командную строку вида «**OLD DEV : FNAME**», где **DEV : FNAME** — спецификация файла загрузочного модуля рабочей программы. При этом срабатывает командный файл **OLD**, вызывающий программу **PUTBOX**. Программа **PUTBOX** определяет логический номер линии, с которой она была вызвана, и помещает заданную спецификацию файла загрузочного модуля в почтовый ящик

с соответствующим именем. Процедура COMPL считывает содержимое почтового ящика, устанавливает значение CNT равным 3 и выдает макрокоманду .RSUM, после чего основная программа выходит из состояния ожидания и вызывает процедуру ROUTLD. Эта процедура посылает на терминал пользователя сообщение о том, что задача переключена на спутниковую ЭВМ, прекращает системный сеанс работы с линией и пословно загружает в спутниковую ЭВМ файл, спецификация которого считана из почтового ящика. При этом сохраняется программа эмуляции терминала, находящаяся в старших адресах ОЗУ. По окончании загрузки в спутниковой ЭВМ запускается загруженная программа, значение CNT в ХОСТ-ЭВМ устанавливается равным 6, и основная программа возвращается в режим ожидания.

Программа, работающая в спутниковой ЭВМ, имеет возможность передать в ХОСТ-ЭВМ сгенерированный массив данных и оформить его в виде файла на внешнем устройстве ХОСТ-ЭВМ. Запросом на прием данных для процедуры COMPL служит появление байта SON в регистре данных приемника соответствующей линии при значении CNT, равном 6. По получении указанного запроса COMPL устанавливает значение CNT равным 5, снимает разрешение прерываний от приемника линии и выдает макрокоманду .RSUM, после чего основная программа выходит из режима ожидания и вызывает процедуру CHANGE. Эта процедура принимает из спутниковой ЭВМ информацию о спецификации и размере файла данных, который она должна организовать, после чего переходит к непосредственному приему данных. В процессе приема данные поблочко записываются в организуемый файл, закрываемый по окончании приема.

Пользователь, работающий на спутниковой ЭВМ в режиме ЛИВК, имеет возможность запустить на ХОСТ-ЭВМ автономный (не связанный с терминалом) вычислительный процесс непосредственно из своей рабочей программы, т. е. не переходя в режим эмуляции терминала. Для этого процедура CHANGE принимает из спутниковой ЭВМ информацию о спецификации командного файла процесса и запускает его в режиме автономного задания. После этого процедура CHANGE заканчивается, значение CNT устанавливается равным 6 и основная программа опять возвращается в режим ожидания.

Для исключения вмешательства ОС в процедуру приема данных от спутниковой ЭВМ, а именно асинхронного сброса готовности приемника линии вследствие периодической проверки терминала на наличие символа активации (запроса на регистрацию терминала в системе), приняты специальные меры. Прием данных в процедуре CHANGE осуществляется блоками по 256 слов, причем начало приема каждого блока синхронизируется от системного таймера.

Программа, работающая в спутниковой ЭВМ, может принять данные от ХОСТ-ЭВМ и поместить их в собственный программный буфер. Запросом на эту операцию служит посылка байта STX. COMPL считывает байт STX (при условии CNT=6), устанавливает значение CNT равным 7 и выдает макрокоманду .RSUM, после чего основная программа выходит из режима ожидания и вызывает процедуру FILSEN. Эта процедура принимает из спутниковой ЭВМ информацию о спецификации файла, который необходимо передать, открывает файл, передает данные в спутниковую ЭВМ, после чего заканчивается, и значение CNT вновь устанавливается равным 6.

По окончании работы программы в спутниковой ЭВМ (нормальном или принудительном) последняя автоматически переходит в режим эмуляции терминала. Терминал регистрируется в системе, в почтовый ящик помещается сообщение о старте линии, значение CNT устанавливается равным 2, и весь описанный цикл может быть повторен снова.

Программное обеспечение спутниковой ЭВМ. Как было сказано выше, программное обеспечение спутниковой ЭВМ состоит из загрузочного модуля LE 60 и объектного модуля SLMON. Кроме того, для генерации загрузочного модуля рабочей программы, написанной на языке ФОРТРАН и предназначенной для работы вне операционной системы, требуется компоновка объектного модуля \times SIMPT из объектной библиотеки, а также объектной библиотеки ФОРТРАН, сгенерированной с учетом конфигурации процессора спутниковой ЭВМ.

Загрузочный модуль LE 60 образован из последовательно расположенных программ «АБСОЛЮТНЫЙ ЗАГРУЗЧИК» в формате начальной загрузки и программы эмуляции терминала в формате LDA. Инициализация спутниковой ЭВМ производится набором на пультовом терминале символов 176 500 L, после чего из ХОСТ-ЭВМ загружается первая часть модуля LE 60 — программа «АБСОЛЮТНЫЙ ЗАГРУЗЧИК». Далее, после набора на пультовом терминале символа Р, загружается и запускается оставшаяся часть модуля — программа эмуляции терминала. Программа эмуляции терминала загружается в верхнюю часть памяти с адреса 157 000 и автоматически восстанавливается по окончании работы загружаемых впоследствии программ.

Программа эмуляции терминала RETR при запуске передает в линию символ активации (возврат каретки), после чего переходит в режим циклической ретрансляции символов, поступающих с линии, на экран пультового терминала, а также символов, вводимых с клавиатуры терминала, на линию. В процессе ретрансляции символов, поступающих с линии (от ХОСТ-ЭВМ), анализируется наличие запроса (байт АСК) на загрузку в спутниковую ЭВМ рабочей программы. По получении запроса управление передается процедуре LOADER, которая посылно считывает данные с регистра данных приемника линии и последовательно загружает их, начиная с нулевого адреса ОЗУ. После окончания загрузки LOADER передает управление загруженной программе.

Объектный модуль SLMON, компонуемый с программой пользователя, обеспечивает работу сервисных процедур (MODSIM, FDRW, FDRR, JLOAD) в спутниковой ЭВМ. Текст программы на языке ФОРТРАН, предназначенной для работы в спутниковой ЭВМ, может выглядеть следующим образом:

```

PROGRAM USTEST
  INTEGER BUFFER (8192)
С установка реакции на символ CTRL/C
  CALL MODSIM
С заполнение массива BUFFER
  . . . . .
С передача данных из массива BUFFER в ХОСТ-ЭВМ
С и оформление их в виде файла с именем FILE 1. DAT на С устройстве DEV 1
с последующим запуском в ХОСТ-ЭВМ С автономного задания с именем
PROC. COM
  CALL FDRW ('DEV 1 : FILE 1.DAT', BUFFER 8192, 'DK : +PROC.
COM')
  . . . . .
С прием данных, оформленных в виде файла с именем FILE 2.DAI
С на устройстве ХОСТ-ЭВМ, и запись их в массив
С BUFFER
  CALL FDRR ('DEV 2 : FILE 2.DAT', BUFFER, 8192)
  . . . . .
С восстановление в памяти программы эмуляции
С терминала и передача ей управления
  CALL JLOAD
  STOP
  END

```

Процедура MODSIM дает пользователю возможность аварийного окончания работы программы в спутниковой ЭВМ по символу CTRL/C, вводимому с клавиатуры терминала. При этом производится сброс в исходное состояние регистров внешних устройств, что является совершенно необходимым при работе ЛИБК с физическими объектами в реальном времени, после чего восстанавливается и берет на себя управление программа эмуляции терминала.

Процедура FDRW позволяет пользователю передавать данные в ХОСТ-ЭВМ с организацией файла и при необходимости запустить в ХОСТ-ЭВМ процесс обработки этих данных, не выходя из режима ЛИБК. В качестве параметров в процедуру передается полная спецификация выходного файла, имя массива

данных и его размер в словах. Четвертый параметр, содержащий спецификацию командного файла процесса обработки данных в ХОСТ-ЭВМ, не является обязательным. Как было сказано выше, передача данных (включая передачу спецификации файла и его размера) производится синхронно с таймером ХОСТ-ЭВМ. Синхронизация осуществляется за счет передачи группами в прерываниях от приемника линии, причем вид передачи определяется значением байта запроса от ХОСТ-ЭВМ.

Процедура JLOAD передает управление программе эмуляции терминала при нормальном окончании программы пользователя ЛИВК.

Заключение. Описанная система аппаратно-программного обеспечения сети ЛИВК введена в эксплуатацию на многотерминальном управляющем вычислительном комплексе РАТАН-600 в мае 1985 г. В состав комплекса входят 7 обычных терминалов и 2 ЛИВК, расположенные на облучателях и удаленные от ХОСТ-ЭВМ на расстояние около 1 км. При этом для всех 9 терминалов поддерживается режим разделения времени с возможностью доступа ко всем системным ресурсам. Программа НМОН, поддерживающая сеть ЛИВК, практически не требует времени центрального процессора, благодаря чему присутствие ЛИВК не ощущается пользователями, работающими с обычными терминалами. В то же время внедрение сети ЛИВК существенно повысило эффективность разработки аппаратного и программного обеспечения перспективных систем сбора радиоастрономической информации, а также оперативность работы наблюдателя. Наблюдатель, работающий на ЛИВК, имеет возможность оперативной записи получаемой в процессе наблюдений информации на устройство (диск) ХОСТ-ЭВМ и сколь угодно полной ее обработки. Обработка может производиться автономной процедурой ХОСТ-ЭВМ, запускаемой автоматически по получении данных, либо в диалоге непосредственно после наблюдений в режиме эмуляции терминала.

В заключение авторы благодарят Ю. Н. Парийского за постоянное внимание к работе, В. В. Витковского и В. С. Шергина за ряд ценных советов и консультаций, Г. А. Пинчука, В. Б. Хайкина, И. В. Госачинского, А. С. Морозова, С. Р. Желенкова — первых пользователей сети ЛИВК, оказавших серьезное содействие ее внедрению.

Литература

1. Витковский В. В., Мансуров В. Н. Архитектура системы коллективного пользования РАТАН-600. — В кн.: Автоматизация научных исследований. Новосибирск: Ин-т физики им. Киренского СО АН СССР, 1978, с. 35—38.
2. Мигуля Ю. П., Путилов В. А. Организация системного интерфейса территориально распределенных АСНИ. — В кн.: Системы автоматизации геофизических исследований. Апатиты: Кольск. фил. АН СССР, 1984, с. 17—22.
3. Двухуровневый аппаратно-программный измерительный комплекс на радиотелескопе РАТАН-600: Докл. на XVII Всесоюз. конф. «Радиоастрономическая аппаратура» / В. В. Витковский, Б. Л. Ерухимов, М. Л. Моносов и др. Ереван, 1985.

Поступила в редакцию 14.08.85