

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ - ОР - 89 - 129 .

ИФВЭ 89-129
ОП

П.Н.Казakov, А.Б.Карданов, В.П.Сахаров

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
НА БАЗЕ СЕТИ АЛИСА
В АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЕРПУХОВ 1989

АННОТАЦИЯ

Казakov П.Н., Карданев А.Б., Сахаров В.П. Распределенная вычислительная система на базе сети АЛИСА в автоматизации экспериментальных исследований: Препринт ИФВЭ 89-129.-Серпухов, 1989. - 12 с., библиогр.: 3.

В работе дан краткий анализ особенностей построения распределенных вычислительных систем на базе *локальных вычислительных сетей* (ЛВС) в задачах автоматизации экспериментальных научных исследований. Приведены основные характеристики ряда аппаратных средств ЛВС и сетевого программного обеспечения АЛИСА. Описана реализация распределенной вычислительной структуры в автоматизированном комплексе экспериментальных стендовых установок с использованием аппаратуры в стандарте КАМАК.

ABSTRACT

Kazakov P.N., Kardanev A.B., Sakharov V.P. Distributed computer system based on local area network ALISA in experimental investigations : IHEP Preprint 89-129.-Serpukhov, 1989. - p.12, Refs: 3.

A brief search features for the construction of distributed computer system based on the Local Area Net (LAN) in the automized control of experimental investigations is given in this paper. The main characteristics of row hardware LAN and software ALISA are presented here. The realization of the distributed computer structure for automized experimental setups using CAMAC is described.

ВВЕДЕНИЕ

Экспериментальные физические исследования во многих случаях характеризуются сложными функциональными связями между различными компонентами физического процесса. Наиболее заметной тенденцией в развитии инструментария, применяемого в экспериментальной установке, становится все большая интеллектуализация средств измерения и контроля на нижнем уровне, в технических решениях которых используется микропроцессорная техника общего и специального назначения. Организация гибкой коммуникационной архитектуры вычислительной среды в технике и методике измерений стала возможна благодаря развитию программно-аппаратных средств сетей для ЭВМ различных мощностей и конфигураций. Одним из подходов построения распределенных вычислительных систем реального времени в автоматизированных экспериментальных установках является распределение функций и ресурсов между группами ЭВМ, реализуемое с помощью различного коммуникационного оборудования и соответствующего программного обеспечения. Опыт создания такой системы для мини- и микроЭВМ типа СМ-4 и Э-60 на базе *сетевого программного обеспечения (СПО) адаптивной локальной иерархической сетевой архитектуры (АЛМСА)* [1] описан ниже.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
НА БАЗЕ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Для больших экспериментальных физических установок, работа которых жестко синхронизирована, предпочтительной является централизованная структура. Топология при этом является обычно звездообразной с *центральной* (ЦМ) управляющей ЭВМ и *периферийными* ЭВМ (ПМ), работающими в режиме реального времени. Децентрализованные системы удобнее применять для слабосвязанных или автономных задач, так называемых рабочих мест экспериментаторов. В этом случае при наличии иерархии по информационным потокам (ПМ→ЦМ) топология может быть в виде шины. Зачастую в экспериментальных установках требуется наличие возможностей обоих типов систем:

- управление процессами в любых ПМ из ЦМ в реальном времени (запуск программы в ПМ, отслеживание и прием из нее данных, вмешательство в работу ПМ с любого терминала системы);
- равноправный доступ к файлам в ЦМ из любой ПМ;
- использование ресурсов одной ЭВМ для работы другой;

Применение распределенных систем в задачах реального времени по сравнению с локализованными вариантами дает ряд преимуществ:

- время реакции в системах управления сводится к минимуму за счет вынесения процессов Real-time на периферийные микропроцессоры;
- автономность и распараллеливание работы периферийных ЭВМ;
- повышение надежности системы в целом за счет сохранения работоспособности при выходе из строя некоторых узлов;
- уменьшение стоимости системы в целом за счет широкого применения дешевых микроЭВМ;
- простота развития системы.

Реализация распределенных систем с поддержкой в СПО мощной концепции *виртуальных устройств* (ВУ)¹ по сравнению с традиционным набором сетевого сервиса обеспечивает дополнительные преимущества:

- простоту интерфейса внешнего устройства в распределенной системе за счет существующего в операционной среде;
- расширение системы осуществляется без изменения имеющегося ПО;
- гибкость алгоритмов управления за счет независимости от конфигурации системы;
- использование стандартного системного программного обеспечения для работы с ВУ.

Перечисленные выше особенности построения коммуникаций характерны для однородных распределенных систем (ЭВМ близкой архитектуры), но могут быть распространены и на *гетерогенную* вычислительную структуру при условии реализации единого протокола обмена [2].

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ СЕТИ

Построение распределенной системы на базе широко распространенных *операционных систем* (ОС) RSX-11M/S, RT-11 и СПО АЛИСА сводится к организации аппаратных коммуникаций в необходимой топологии и настройке СПО на эту структуру. На пользовательском уровне применение СПО добавляет 6-7 функциональных и 3-4 информационных команды к их набору в ОС. Применение средств СПО дает возможность пользователю создавать прикладное ПО на языках высокого уровня: FORTRAN, C, PASCAL и др. для использования в ПМ, а синхронизацию процессов, распределение ресурсов ЭВМ, маршрутизацию информационных потоков обеспечивает СПО АЛИСА.

¹*Виртуальное устройство* - программный эмулятор логических и физических устройств, в общем случае расположенных в произвольном узле сети.

Наиболее важным критерием операционной среды и СПО является объем занимаемой оперативной памяти в ПМ, который в значительной степени зависит от качества генерации ОС, а также количества виртуальных устройств и линий связи. Для периферийной микроЭВМ типа "Электроника-60" без диспетчера памяти приемлемый вариант ОС RSX-IIS с некоторыми возможностями сетевого сервиса может занимать объем около 7-8К слов. Дополнительные возможности требуют увеличения объема занимаемой памяти:

- загрузка/выгрузка задач в ПМ, доступ к файлам ЦМ из ПМ около 2К слов;
- сетевая маршрутизация около 2К слов;
- виртуальные терминалы около 2К слов;
- виртуальные внешние устройства около 3К слов.

Для широкого круга задач вполне удовлетворительным в ПМ является объем ОС RSX-IIS + СПО около 10К слов. При использовании в ПМ ОС RT-II к резидентной части монитора и драйверам добавляется еще один резидентный сетевой драйвер СПО АЛИСА объемом в 4К слов, а также 4К слов в фоновый раздел, если требуется вход из других узлов или работа с внешними устройствами в данном узле из удаленных узлов.

Другим важным параметром распределенной системы является пропускная способность аппаратных средств коммуникаций, которая определяется скоростью работы линии связи. Обмен по программному каналу при использовании стандартных интерфейсов дает следующие характеристики:

DL-11 (аппаратная скорость 9600 бод) - скорость обмена при размере блока 512 байт составляет около 0,8 Кбайт/с;

DL-K1/S1 (аппаратная скорость 1 Мбод) скорость обмена при размере блока 512 байт составляет около 15 Кбайт/с при словном обмене.

Применение сетевых интерфейсов с *прямым доступом в память* (DL-DMA) позволяет иметь пропускную способность канала связи около 80 Кбайт/с². Подробное изложение текущего статуса СПО

²Использование волоконно-оптической линии в качестве среды передачи позволило поднять скорость обмена до 200 кб/с.

АЛИСА, характеристик сетевых интерфейсов и перспективы развития можно найти в [1].

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТЕНДОВЫХ УСТАНОВОК

Специфика задач, решаемых на каждой установке, рассматриваемой далее как узел, в некоторой степени определяет топологию сети (рис.1) и влияет на характеристики ее узлов. Расширение системы по вертикали и по горизонтали в СПО АЛИСА производится для существующей ОС простым и эффективным способом регенерации топологии сети, подробно описанным в руководстве по СПО АЛИСА. Изменения в конфигурации периферийного оборудования ЦМ, требующие, вообще говоря, необходимости перестройки системы, учитываются весьма простым приемом регенерации ОС центральной машины (см. приложение I).

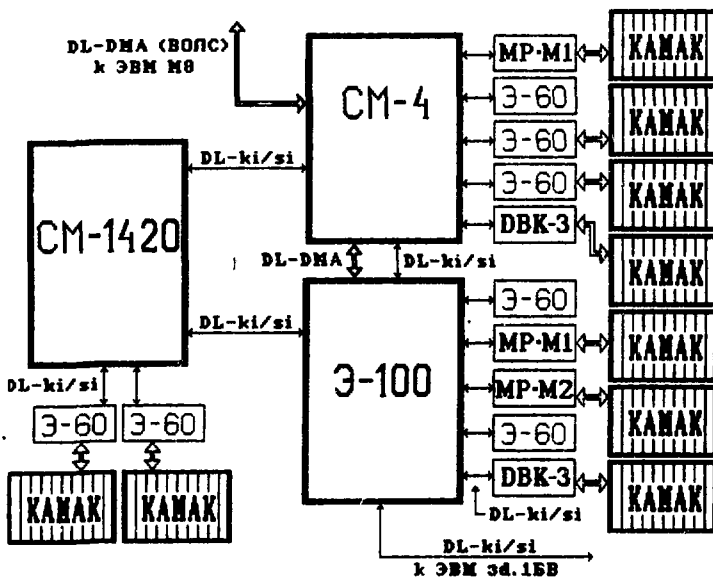


Рис. 1 Структурная схема распределенной вычислительной системы:
 Э-60 ⇒ микроЭВМ "Электроника 60"; МП-М1, МП-М2 ⇒ микроЭВМ
 в стандарте КАМАК (шириной 1М) на основе микропроцессоров
 I8018М1, ВМ2; ДВК-3 ⇒ "Диалоговый вычислительный комплекс".

Не вдаваясь в подробности функционального и технического описания каждого из узлов, подчеркнем преимущества использования распределенной системы и приведем краткие характеристики используемых коммуникационных ресурсов. Доступность ресурсов ЦМ для пользователей из любого узла сети позволяет *обобществить* дорогостоящее оборудование (графопостроители, высококачественная растровая графика, скоростная растровая печать, накопители большой емкости и пр.), и тем самым повысить эффективность работы системы в целом. Это, в свою очередь, дает возможность использовать централизованные программные средства (библиотеки, сервисные прикладные программы) на всех ЦМ и очень просто поддерживать их развитие и модификацию. Весьма эффективной представляется возможность работы в произвольном узле сети в той операционной среде (RSX-11M/S или RT-11), которая наиболее адекватна задачам пользователя. Так, например, для работы с процессами, критичными по времени реакции ОС на внешнее прерывание, целесообразно в ЦМ использовать ОС RT-11, применяя при этом богатые программные средства в ОС RSX-11M в ЦМ. Возможности СПО АЛИСА для синхронизации процессов, исполняемых в различных узлах позволяют строить гибкий распределенный алгоритм, управляемый из произвольного узла сети.

Для многозадачных и многопользовательских ОС реального времени типично использование драйвера - системного процесса, диспетчеризирующего доступ к соответствующему подмножеству оборудования и управляемому по запросам из программ пользователя. Для микроЭВМ такой подход не целесообразен по ряду причин: ограниченный объем ОЗУ, длительный цикл обработки прерывания. Кроме того, каждое обращение к драйверу связано с обработкой запроса операционной системой и занимает 4-5 мс. Здесь выбран метод взаимодействия с аппаратурой КАМАК, использующий прямую адресацию из программ пользователя, написанных, например, на ФОРТРАНе. При этом используется специальный пакет подпрограмм, реализующий стандарт ESONE [3,4]. Такой подход обеспечивает выполнение единичной КАМАК-функции с учетом передачи управления из ФОРТРАНа около 200 мкс, а для блочных передач до 20 мкс/цикл. Библиотека, написанная на ассемблере MACRO-11, ориентирована прежде всего на

использование кейт-контроллеров типа СС-11 (К-16, КК-60, С-106 и др.) и использует соглашение об адресации до 7 кейтов в одной ЭВМ. Соответствующая предварительная настройка пакета позволяет применять его с различными ОС (RSX-11, RT-11, Unix) и кейт-контроллерами другого типа.

В заключение в качестве примера конкретного узла (общий вид типового рабочего места показан на рис.4) приведем описание конфигурации (рис.2) и процедуры измерений на установке криогенного источника тока (*топологического генератора ТГ*) [5].

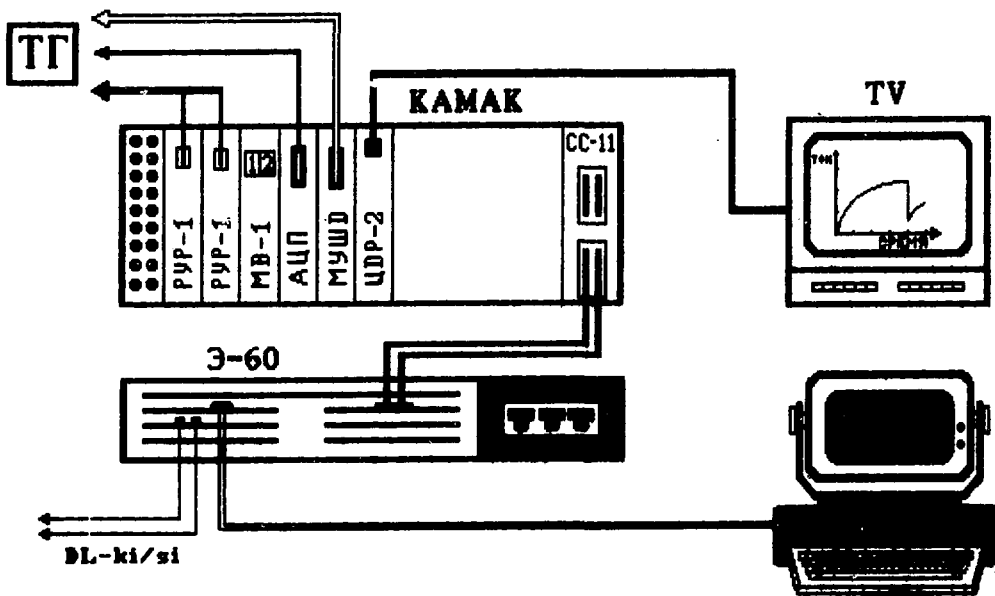


Рис. 2 Аппаратура рабочего места оператора криогенного источника тока:

РУР-1 - регистр управления реле; МВ-1 - модуль времени; АЦП - 16-канальный аналого-цифровой преобразователь; ЦДР-2 - контроллер цветного графического дисплея; МУЩ - модуль управления шаговым двигателем.

После включения используемой микроЭВМ Э-60, связанной с ЦМ сетевым адаптером DL-K1/S1, оператор установки переходит в режим пользователя ОС RSX-11M на ЦМ. Выполнив обычную процедуру входа (представления) в операционную систему, он загружает образ операционной системы RSX-11S в свою ПМ и инициирует установленные в ней свои задачи, реализующие управление, измерение и контроль параметров установки с записью информации на диски (магнитофоны) ЦМ и с оперативным отображением их на цветном мониторе (рис.3). Прием данных из ПМ может осуществлять, при необходимости, программа обработки экспериментальных данных (статистический анализ, фитирование) в ЦМ, что в ряде случаев ускоряет приближение к результату исследований.

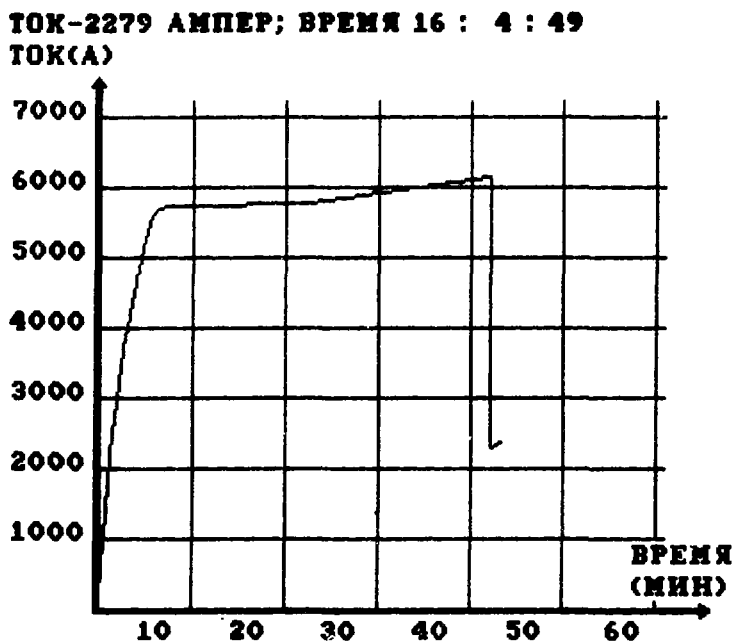


Рис.3 Кривая зависимости скорости накачки тока в ТТ.

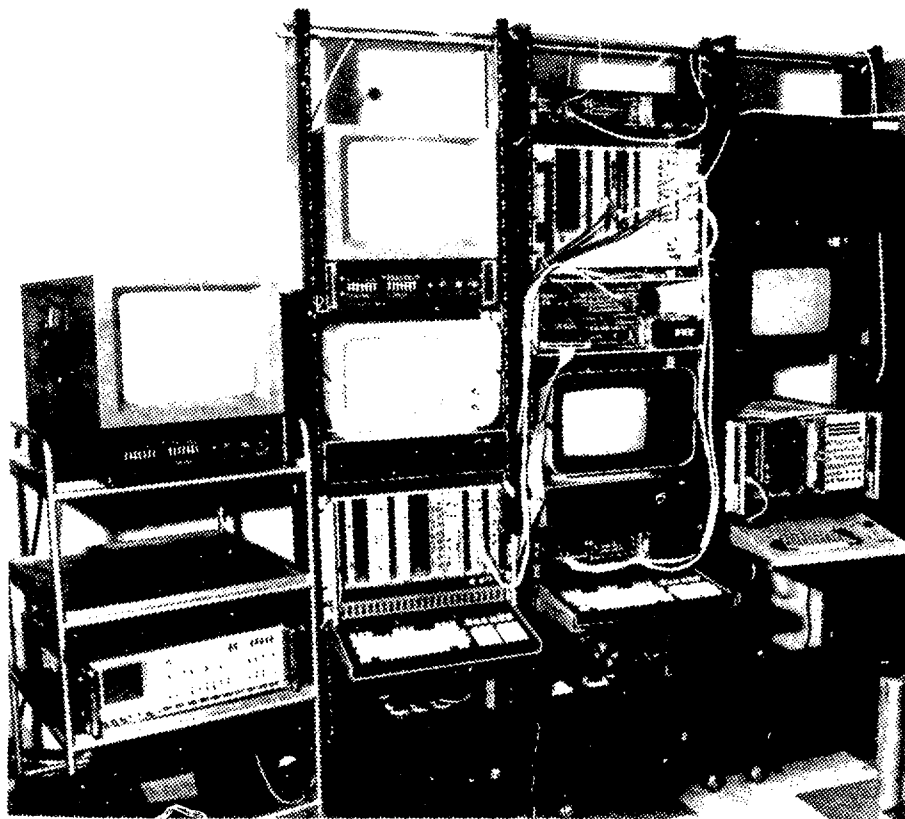


Рис.4 Общий вид типового рабочего места экспериментатора автоматизированного стендового комплекса.

Созданная система успешно эксплуатируется около 3 лет в Отделе пучков и получила широкое распространение во многих подразделениях Института, в том числе и на крупных экспериментальных физических установках (например, "Проза").

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование в современных экспериментальных установках распределенных вычислительных систем является естественным подходом. Конкретные реализации распределенных систем могут быть различными как по целевому назначению, так и по характеристикам применяемых сетевых средств. Здесь описан опыт создания одной такой системы на основе широко распространенного сетевого программного обеспечения АЛИСА. Показано, что ее использование наиболее адекватно не только очень широкому спектру задач реального времени, но и тем техническим средствам, которые доступны исследователям на данный момент.

В заключение авторы выражают признательность Э.И.Елинеру, А.Д.Клименко, Д.А.Костылеву, В.Ф.Кузнецову, А.Б.Литвинову, А.К.Эпштейну, а также Д.О.Кондратьеву за эффективное содействие в работе на всех этапах.

Список литературы

1. Елинер Э.И. и др. Препринт ВЦ СО АН СССР, N 672, Новосибирск, 1986.
2. Вышин О.В. и др. СПО АЛИСА+: архитектура протокола.-В сб. Проблемы информационных систем. т. I. С.33. МЦНТИ. Москва, 1987.
3. Subroutines for SAMAC. ESONE/SR/OI Sep 1978.
4. Вышин О.В., Храпкин П.Л. Препринт ИЯФ 82-74, Новосибирск, 1982.
5. Васильев В.В. и др. Препринт ИФВЭ 88-181, Серпухов, 1988.

Рукопись поступила
18 мая 1989г.

Процедура неполной регенерации
операционной системы RSX

При изменении конфигурации внешних устройств требуется изменение файла образа системы (если устройства резидентные) и пересборка нескольких (если не всех) привилегированных задач. Это связано с изменением местоположения некоторых подпрограмм управляющей программы (Executive) и глобальных меток, используемых привилегированными программами. В случае, когда меняется только конфигурация внешних устройств (изменяется количество терминалов, добавляются/убираются новые внешние устройства с резидентными драйверами и т.п.), оказывается, что в Executive меняются только адреса управляющих блоков внешних устройств. Эти адреса используются только тремя стандартными программами - LDR, MOU и DMC. Поэтому, если после генерации системы сохранить файлы RSX11M.OLB, MCR.OLB, FIL.OLB, RSXMC.MAC, SYSTB.MAC, файлы для сборки изменяемых привилегированных задач и файлы с текстами драйверов, то для регенерации системы достаточно сделать следующее:

- 1) отредактировать файл RSXMC.MAC внося в него необходимую информацию о внешних устройствах (количество контроллеров);
- 2) отредактировать файл SYSTB.MAC, внося в него все необходимые управляющие блоки для драйверов;
- 3) откомпилировать файлы изменяемых по количеству контроллеров драйверов и SYSTB.MAC;
- 4) собрать файл системы и изменяемых привилегированных задач.

В связи с тем, что такая процедура у нас выполнялась не один раз и во избежание ошибок редактирования и последующего компилирования и сборки, был написан командный файл регенерации системы. Работа с ним намного проще процедуры полной генерации системы, хотя и требует определенных знаний о работе машины с внешними устройствами (к примеру, нужно знать адреса регистров управления и векторов прерываний внешних

устройств). В случае использования стандартных внешних устройств требуется ввести 10-15 значений вручную, остальное командный файл устанавливает по умолчанию.

Процедура регенерации, таким образом, занимает 1-2 часа времени ожидания в зависимости от выбранной конфигурации внешних устройств и скорости работы машины.

Приложение 2.

Средства поддержки системы RT-11 из под RSX'a

Излагаемое ниже краткое описание программного инструментария поддержки ОС RT-11 в ПМ из-под ОС RSX-11M в ЦМ в своей идейной основе принадлежит И.Скарину (ИЯФ СО АН). Эти программные средства поддерживают байтовые интерфейсы межмашинной связи (типа DL-11 и DL-K1/S1 в байтовом режиме обмена) и представляют собой:

в системе RT-11 - драйвер CX и программа Tube;

в системе RSX-11M - программы CLX, CON, RDS и WDS.

Программа CLX запускается в машине под системой RSX и может загружать (используя аппаратный загрузчик) в периферийную машину систему RT-11 и/или подставлять файлы центральной машины дисками для периферийной машины. Парной ей программой является драйвер CX в периферийной машине, который представляется системе как файловое устройство прямого доступа с директорными операциями. Таким образом открывается до 7 файлов/дисков для ПМ, причем можно при запуске программы CLX указывать, доступны ли эти файлы/диски на запись из ПМ или нет.

Остальные программы - обслуживающие. Программа Tube позволяет отключить от линии связи программу CLX с возможностью ее последующего перезапуска с другими файлами в качестве дисков ПМ, а также работу в режиме терминала системы RSX-11M в центральной машине.

Программы RDS и WDS являются программами обмена файлов между файловой системой RSX и RT в блочном режиме (ключ /IM программы FLX), а программа CON является преобразователем текстовых и объектных файлов форматов RSX и RT в файловой системе RSX'a.

П.Н.Казаков и др.

Распределенная вычислительная система на базе сети АЛИСА
в автоматизации экспериментальных исследований.

Редактор М.Л.Фоломешкина. Технический редактор Л.П.Тимкина

Подписано к печати 12.07.89. Т-12649. Формат 60x90/16

Офсетная печать. Печ.л. 0,75. Уч-изд.л. 0,82. Тираж 260.

Заказ 525. Индекс 3649. Цена 13 коп.

Институт физики высоких энергий, 142284, Серпухов Московской области.

13 коп.

Индекс 3649

П Р Е П Р И Н Т 89-129, И Ф В Э, 1989