

Конспективное описание программного обеспечения первой очереди локальной вычислительной сети SONENT было опубликовано в 1982 г. /1/. Эта сеть разрабатывается в измерительном центре /ИЦ/ Лаборатории нейтронной физики /ЛНФ/ ОИЯИ /2/ с целью комплексной автоматизации большого числа разнообразных экспериментов, выполняемых одновременно и длящихся от нескольких суток до нескольких недель, а также для организации накопления, хранения и обработки получаемой в экспериментах информации.

Совокупность спектрометрического и управляющего оборудования с мини- или микро-ЭВМ на экспериментальной установке называется измерительным модулем /ИМ/. По сути дела, ИМ - это рабочая станция экспериментатора. Через средства сети различные ИМ имеют виртуальные соединения с ЭВМ среднего класса PDP-11/70, являющейся основным поставщиком вычислительных и информационных ресурсов в сеть и, в силу этого, выступающей в качестве центральной ЭВМ ИЦ.

Настоящая публикация имеет целью дать более подробное описание той части программного обеспечения, которая касается организации удаленного доступа к одной из разновидностей сетевого сервиса, называемой системой архивизации /3/.

1. СИСТЕМА АРХИВИЗАЦИИ

Система архивизации представляет собой набор средств, обеспечивающих длительное хранение и последующее извлечение экспериментальных данных, программ для их обработки и любой другой информации, только бы она была оформлена по правилам файловой системы Files-11 /4/, поскольку система архивизации реализуется как надстройка над этой файловой системой, и не накладывает никаких ограничений на содержание помещаемой в нее информации. Система архивизации базируется на дисках большой емкости /по 100 и 300 Мбайтов/ и магнитных лентах центральной ЭВМ.

Логическая структура системы архивизации представлена на рис.1 /пунктиром изображена та часть системы, описание которой дано отдельной публикацией /3/ /. В обычных условиях каждый пользователь, зарегистрированный в операционной системе IAS на центральной ЭВМ, располагает на диске своим рабочим директориум /файловым справочником/, где он хранит свои файлы. Доступ к рабочему директориуму и помещенным в него файлам пользователь осуществляет через имеющиеся системные интерфейсы к файловой системе: командный язык операционной системы для разработки

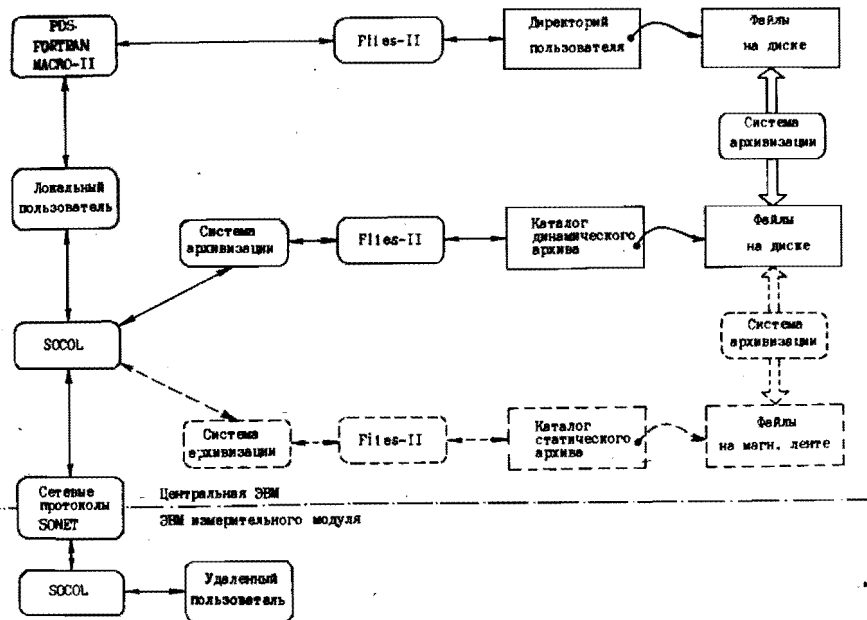


Рис.1. Логическая структура системы архивизации.

программ PDS; набор соответствующих макросов для программ на языке макроассемблера MACRO-II; наборы подпрограмм или операторы в языках высокого уровня, таких, как Фортран.

В дополнение к рабочему директории система архивизации предлагает пользователю индивидуальный архив, складывающийся из двух уровней: динамической части, расположенной на диске /или динамического архива/, и статической части, размещенной на магнитных лентах /или статического архива/.

В зависимости от того, работает ли пользователь на одном из терминалов центральной ЭВМ или с терминала одного из ИМ, по отношению к системе архивизации он выступает как локальный либо как удаленный пользователь соответственно. Для локального пользователя обмен файлами возможен между его рабочим директориумом и архивом, для удаленного - между его архивом и внешними устройствами ЭВМ измерительного модуля /например, файлы с магнитной ленты на ИМ можно переслать для хранения в архив, а понадобившиеся файлы из архива транспортировать на диск ИМ/. В данной публикации речь идет об организации удаленного доступа и о том сервисе, который предоставляется удаленному пользователю.

2. ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ УДАЛЕННОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Удаленный пользователь осуществляет доступ к системе архивизации с помощью предназначенного для этого подмножества команд сетевого командного языка SOCOL. Ниже дается краткое описание этих команд.

Для получения доступа к любому ресурсу сети пользователь должен сначала ей представиться, или выполнить процедуру входа. После запуска интерпретатора командного языка на ИМ, где в настоящее время он реализован в операционной системе реального времени RT-11, интерпретатор выдает на терминал побудительную строку SNT>, приглашая тем самым пользователя к вводу команд. Первой он должен вводить такую команду /подчеркнутое выдается программой, неподчеркнутое вводится пользователем/:

```
SNT > USER
USER NAME? ИМЯ_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
PASSWORD? ПАРОЛЬ
```

ИМЯ_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ и ПАРОЛЬ - те же, под которыми пользователь зарегистрирован в операционной системе центральной ЭВМ /при вводе пароля эхо на терминал не выдается/.

Команда транспортировки файлов в архив позволяет переслать один или несколько файлов с указанного внешнего устройства ИМ в архив пользователя на центральной машине. Синтаксис команды /в представлениях командного синтаксиса квадратные скобки являются метасимволами - в них заключены необязательные элементы; ключи являются модификаторами команд/:

```
ARCHIVE[/T] ВУх:[ИМЯ-ФАЙЛА][ключ][ключ]
```

Здесь ВУх определяет внешнее устройство и его номер /это устройство должно иметь файловую структуру/, ИМЯ-ФАЙЛА - это стандартная файловая спецификация в операционной системе RT-11, состоящая из поля имени файла и поля расширения имени, разделенных точкой. В обоих этих полях могут встречаться специальные знаки /звездочка или знак процентов/, позволяющие с помощью одной файловой спецификации задавать не один файл, но некоторый набор файлов. Ключ "/T" ставится тогда, когда при транспортировке текстовых файлов нужно выполнить преобразование форматов.

После файловой спецификации могут использоваться следующие ключи: /DA[:ДД-МММ-ГГ] - выбрать файлы, созданные в указанный день; если не указана, то берется текущая дата, установленная в операционной системе;

/AF[:ДД-МММ-ГГ] - выбрать файлы, созданные в указанный день и позже;

/BE[:ДД-МММ-ГГ] - выбрать файлы, созданные до указанной даты; /NQ - выполнять команду без запроса подтверждения, которое делается автоматически, когда этот ключ не указан.

Команда извлечения файлов из архива позволяет переслать один или несколько файлов из архива пользователя на указанное в команде внешнее устройство на ИМ. Синтаксис:

```
RETRIVE ВУх:[ИМЯ-ФАЙЛА][ключ][ключ]
```

Ключи: такие же, что и у предыдущей команды. Преобразование форматов текстовых файлов производится автоматически.

Команда стирания позволяет уничтожить один или несколько файлов из архива пользователя. Синтаксис:

ERASE [ИМЯ-ФАЙЛА][ключ][ключ]

Ключи: такие же, как у команды архивизации.

Команда каталога дает возможность пользователю просматривать каталог своего архива. Синтаксис:

CATALOGUE [ИМЯ-ФАЙЛА][/ключ] [/ключ]

Ключи: /DA, /AF, /BE плюс ключ /NA, задающий распечатку каталога, упорядоченную по именам файлов /когда этот ключ не указан, каталог распечатывается упорядоченным по расширениям имен файлов/.

Работа с интерпретатором командного языка сети с измерительного модуля завершается командой BYE.

3. КОНФИГУРАЦИЯ АППАРАТУРЫ

Представленное в настоящей публикации программное обеспечение разрабатывалось для конфигурации аппаратуры, показанной на рис.2. К центральной ЭВМ ИЦ PDP-11/70, имеющей /помимо прочей периферии/ до 16 интерактивных терминалов, обслуживаемых в режиме разделения времени, подключаются несколько ЭВМ измерительных модулей из состава многомашинного ИЦ: мини-ЭВМ PDP-11/20 подключена непосредственно; пять мини-ЭВМ CM-3 и одна микро-ЭВМ MERA-60/30 /с советским процессором "Электроника-60"/ подключены через мини-ЭВМ CM-4, выполняющую функции коммутатора пакетов.

Все межмашинные связи выполнены с помощью скрученных пар проводов и асинхронных последовательных интерфейсов, аналогичных интерфейсу DL-11 фирмы DEC^{/5/}, допускающих работу в дуплексном или полудуплексном режимах со скоростями обмена до 9600 бит/с.

Прямоугольниками со словом КАМАК на рисунке условно показано электронное оборудование экспериментальной установки каждого ИМ, поскольку оно выполняется именно в этом стандарте.

4. ИЕРАРХИЯ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ

Программное обеспечение связи выполнено в соответствии с иерархией сетевых протоколов локальной вычислительной сети /ЛВС/ SONENT, построенной на основе 7-уровневой модели взаимодействия открытых систем, предложенной Международной организацией стандартов^{/6/}. Программным способом реализуются протоколы всех уровней, кроме физического, реализованного асинхронными последовательными интерфейсами, упоминавшимися в пункте 3. ЛВС строится как сеть коммутации пакетов.

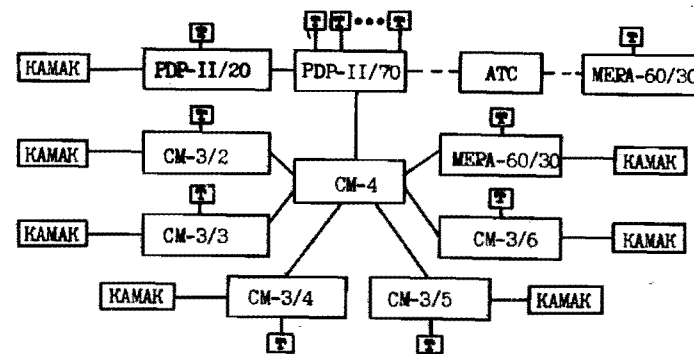


Рис.2. Конфигурация аппаратуры.

На канальном уровне протокольной иерархии применяется разработанный авторами для используемых нами интерфейсов протокол информационного канала ASTRA. Этот протокол разработан с учетом информации об аналогичных протоколах: DDCMP фирмы DEC и широко известного протокола HDLC. Он относится к классу байт-ориентированных протоколов и предназначен для каналов типа "Точка-точка" /как полудуплексных, так и дуплексных/. Авторы стремились создать простой и достаточно надежный протокол информационного канала. На его разработку повлияло и то обстоятельство, что этот протокол предполагалось использовать для работы по телефонным коммутируемым каналам /и такое использование имело место/. В противном случае можно было бы ограничиться еще более простым протоколом канального уровня. Более подробное описание протокола ASTRA и его реализации в операционной системе на центральной ЭВМ дано в публикациях^{/7,8/}.

Сетевой и транспортный уровни охватываются разработанным авторами упрощенным протоколом пакетного обмена под названием РАСТ. Пакет в этом протоколе состоит из 3-байтового заголовка и поля данных, длина которого не превышает 512 байтов. Для пересылки по информационным каналам пакеты упаковываются в кадры данных протокола ASTRA.

При разработке протокола пакетного обмена авторы опирались на рекомендацию X.25 МККТТ^{/9/}, однако ограничились намного более простыми возможностями. Так, нашим протоколом обеспечиваются только постоянные виртуальные соединения или виртуальные каналы; фазы виртуального вызова и отключения отсутствуют. Проблемы выбора номеров виртуальных каналов не существует, поскольку постоянным виртуальным соединениям присвоены фиксированные номера. Есть и некоторые другие упрощения. Все это позволило существенно уменьшить сложность реализации протокола пакетного обмена.

Постоянные дуплексные виртуальные каналы образуют звездообразную /радиальную/ структуру, в центре которой расположен узел

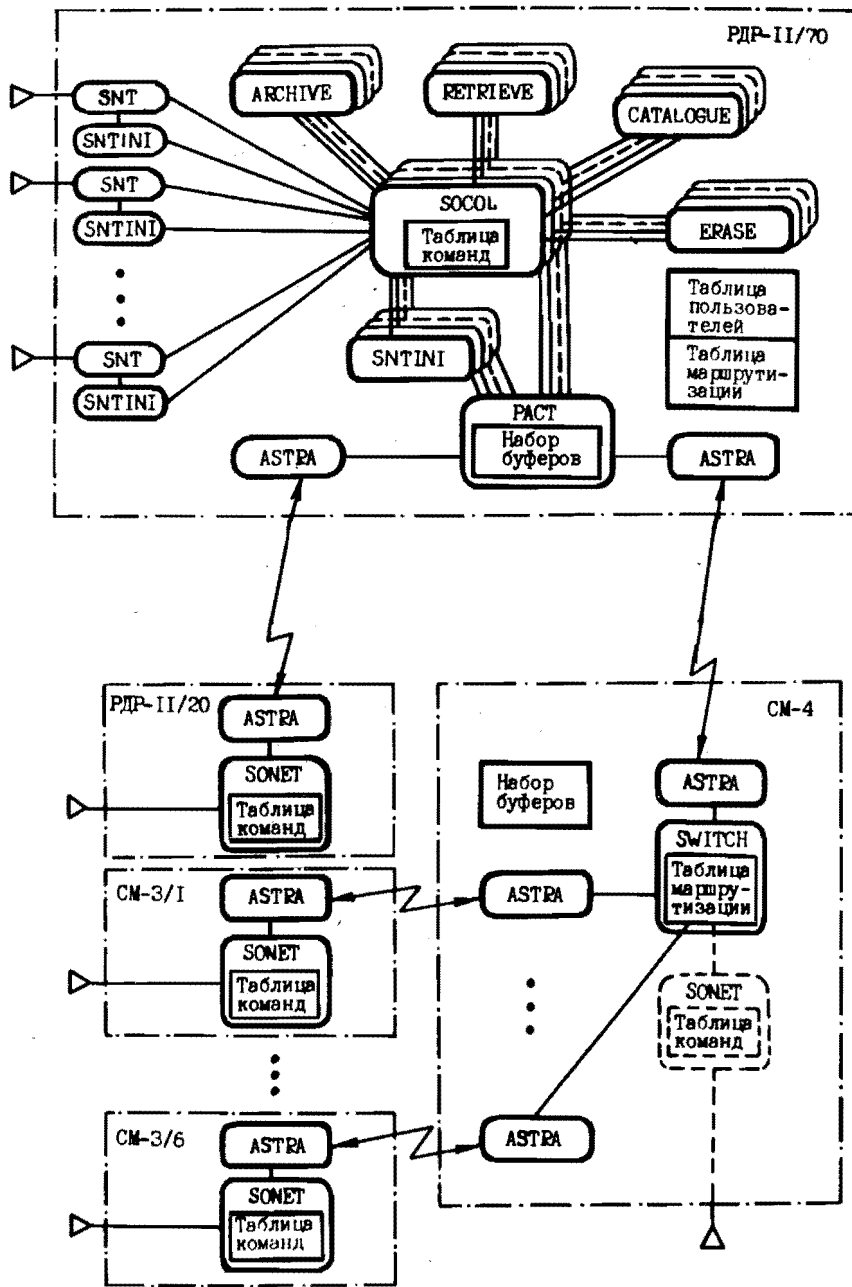


Рис.3. Программное обеспечение удаленного доступа.

центральной ЭВМ, а на концах лучей - узлы измерительных модулей. Обеспечивать виртуальные соединения между узлами измерительных модулей не требовалось, хотя в нашей системе это вполне осуществимо. Возможно также назначение нескольких постоянных виртуальных каналов между каждыми двумя узлами сети. Номер виртуального канала содержится в заголовке каждого пакета.

Логически в первой очереди ЛВС существуют два коммутатора пакетов: один реализуется процессом PACT на центральной ЭВМ, другой - процессом SWITCH на узле коммутатора пакетов в ЭВМ CM-4 /см. рис.3/. Их функционирование рассматривается в следующем разделе.

Виртуальные каналы оканчиваются транспортными портами, к которым, собственно, и подключаются взаимодействующие процессы. Взаимодействие процессов осуществляется посредством обмена пакетами, но не сообщениями, поэтому никаких операций по разборке и сборке сообщений протоколом пакетного обмена не выполняется. Эти операции, наряду с другими функциями уровней 5-7, реализуются совокупным протоколом, обусловленным множеством операций сетевого командного языка SOCOL.

5. СТРУКТУРА СЕТЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Разработанная структура программного обеспечения представляет собой совокупность взаимодействующих асинхронных процессов и структур данных, показанную на рис.3 /скругленные геометрические фигуры изображают процессы; прямоугольники - структуры данных; треугольники - терминалы/. Структуры данных, показанные внутри процессов, являются локальными в рамках этих процессов; структуры данных, помещенные за пределами процессов, являются глобальными в пределах своего сетевого узла /на рис.3 сетевые узлы заключены в штрих-пунктирные квадраты/. Следует отметить, что рис.3 отражает лишь обобщенный вид разработанной структуры, детали реализации на нем не показаны. Не очевидна из этого рисунка также и динамика процессов, поэтому она будет описана ниже.

При входе в ЛВС локального пользователя для него запускается /активизируется/ промежуточный процесс SNT, функции которого весьма просты: по сути дела он осуществляет привязку пользователя к системе. Процесс SNT, в свою очередь, запускает процесс инициализации SNTINI, который определяет из внутренних структур данных операционной системы характеристики пользователя и запускает процесс интерпретатора командного языка SOCOL, передавая ему найденные характеристики пользователя. После этого работа процесса инициализации завершается, и он прекращает свое активное существование. Процесс интерпретатора помещает характеристики пользователя в таблицу пользователей, предварительно проверив, не работает ли уже этот пользователь в системе SONENT.

Вводимые с терминала строки команд пользователя принимаются процессом SNT и передаются процессу интерпретатора командного языка; вывод же от процесса интерпретатора, предназначенный пользователю, передается прямо на терминал. Промежуточный процесс дает возможность непривилегированному пользователю работать с привилегированными процессами.

При получении команды пользователя процесс интерпретатора по своей таблице команд находит соответствующий исполнительный процесс и активизирует его, передавая этому процессу полученное от пользователя задание. Вывод от исполнительных процессов, предназначенный пользователю, выдается непосредственно на его терминал, поскольку вся иерархия процессов, обслуживающих одного пользователя, привязывается к его терминалу.

Обслуживание удаленного пользователя имеет ряд особенностей, обусловленных необходимостью осуществления взаимодействий посредством сетевых протоколов, когда обмен ведется пакетами данных вместо непосредственного контакта с терминалом пользователя /или представляющим его процессом SNT/, когда пересылаются строки текстовой информации.

Процесс пакетного обмена PACT обеспечивает транспортные порты для подключения процессов и выполняет процедуры синхронизации и некоторые супервизорные функции, определенные тем, что описываемой системе присуща естественная асимметричность: активной стороной в плане установления транспортного соединения может выступать любой удаленный узел, но не центральная ЭВМ.

Для каждого удаленного пользователя, так же как и для каждого локального, формируется своя иерархия обслуживаемых процессов, включающая интерпретатор командного языка и исполнительные процессы для команд пользователя.

Номер транспортного порта совпадает с номером виртуального канала. Каждый порт описывается отдельной строкой в таблице маршрутизации. Эта строка, в частности, хранит информацию, однозначно идентифицирующую иерархию процессов, обслуживающую соответствующего удаленного пользователя. Однозначность идентификации достигается тем, что процессы одной иерархии привязываются к одному из несуществующих в конфигурации центральной ЭВМ терминалов /там, где возможно, для этих целей лучше использовать, например, механизм виртуальных терминалов/.

Поскольку при обслуживании удаленного пользователя через PACT проходят не только команды /короткие строчки текста/, но и данные /например, файлы произвольной длины/, то для исключения транзитных пересылок информации через процесс интерпретатора и для временного установления непосредственного контакта между процессом PACT и исполнительными процессами используется следующий прием, позволяющий динамически коммутировать один и тот же транспортный порт между различными процессами.

Одно из полей описывающей транспортный порт строки отведено под имя процесса-абонента, которое вместе с именем терминала

привязки однозначно выделяет обозначенный процесс из всего множества процессов системы SONENT на центральном узле. Для всех неактивных портов в этом поле указано имя процесса инициализации SNTINI. Когда процесс PACT получает информационный пакет по виртуальному каналу, соответствующему неактивному порту, он активизирует процесс, имя которого указано в строке этого порта, то есть в данном случае процесс инициализации, и передает ему принятый из сети пакет.

Процесс инициализации ожидает прихода команды USER; при получении любой другой информации он отправляет по своему виртуальному каналу сообщение об ошибке и прекращает свою работу. Соответствующий виртуальный канал остается неактивным. Если же получена команда USER, то процесс инициализации по файлу зарегистрированных в операционной системе пользователей и по таблице пользователей определяет правомочность пользователя на вход в систему. Если данный пользователь не имеет права на вход в систему, то по виртуальному каналу отправляется сообщение об ошибке, процесс инициализации прекращает свою работу, а виртуальный канал остается неактивным.

Если же пользователь имеет право войти в систему, то процесс инициализации отмечает факт входа в систему в таблице пользователей, помещает в поле процесса-абонента для своего транспортного порта имя процесса интерпретатора SOCOL, переключая тем самым порт на этот процесс, и запускает процесс интерпретатора на терминале привязки. После активизации процесс интерпретатора устанавливает бит готовности для своего порта, который сообщает процессу PACT, что в этот порт можно передавать информацию.

Таким образом, следующие поступающие из сети пакеты получает интерпретатор командного языка. Эти пакеты должны содержать разрешенные команды языка SOCOL. Если это не так, то процесс интерпретатора выдает в свой порт сообщение об ошибке; виртуальный канал при этом остается в активном состоянии. В неактивное состояние он переводится только по команде BUE, когда процесс интерпретатора удаляет пользователя из системы и помещает в поле процесса-абонента имя процесса инициализации.

При получении какой-либо команды доступа к системе архивизации процесс интерпретатора запускает соответствующий исполнительный процесс, предварительно поместив его имя в поле процесса-абонента данного порта, в результате чего весь дальнейший обмен информацией ведется непосредственно между процессом PACT и этим исполнительным процессом. Перед завершением своей работы исполнительный процесс восстанавливает в поле процесса-абонента имя процесса SOCOL, вновь подключая интерпретатор команд к этому порту. Для управления потоком информации процесс PACT обладает набором буферов, которые занимают и освобождаются динамически.

На удаленном узле процесс SONET выполняет как функции протокола пакетного обмена, так и функции сетевого командного языка. Таблица команд определяет совокупный протокол взаимодействия на уровне командного языка. Исполнительным процессам центрального узла отвечают соответствующие подпрограммы процесса SONET. Каждый удаленный узел обладает одним транспортным портом и, следовательно, одним виртуальным каналом. Как уже отмечалось, это ограничение не является принципиальным.

Центральным на узле пакетной коммутации является процесс SWITCH, выполняющий собственно коммутацию пакетов. Хотя возможна произвольная коммутация, в описываемой системе фактически реализовано мультиплексирование канала на центральную ЭВМ с каналами на удаленные узлы. Буфера из набора буферов занимают и освобождаются динамически, пересылки пакетов внутри узла коммутации не происходит. Вместо этого процесс коммутатора после определения нужного маршрута по номеру виртуального канала просто переключает заполненный буфер на передающий процесс ASTRA, предварительно подключив к процессу ASTRA, только что принявшему пакет, первый же свободный буфер из набора буферов.

В принципе, узел пакетной коммутации может выступать и как обычный удаленный узел, для чего в нем должен быть реализован процесс SONET.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация удаленного доступа описана здесь на примере системы архивизации; эта же структура программного обеспечения способна обеспечить доступ и к другим сетевым услугам /например, возможен удаленный запуск программ на центральной ЭВМ/.

Описанная система не привязана жестко к аппаратной конфигурации, представленной на рис.2 и отраженной в структуре программного обеспечения на рис.3. Сетевой подход к построению системы удаленного доступа позволяет достаточно легко адаптировать эту систему на другие конфигурации и области приложения.

Первая /и практически полная/ реализация описанной системы была сделана в конце 1981 года - начале 1982 года и с тех пор эксплуатируется и развивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова И.В. и др. ОИЯИ, 10-82-407, Дубна, 1982.
2. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-351, Дубна, 1982.
3. Гизе П.Е. и др. ОИЯИ, P11-84-453, Дубна, 1984.
4. IAS/RSX-11 I/O Operations Reference Manual. Digital Equipment Corporation, Maynard, Massachusetts, 1977.
5. DL-11 Asynchronous Line Interface Manual. Digital Equipment Corporation. Maynard, Massachusetts, 1973.

6. Reference Model of Open Systems Architecture. ISO/TC 97/SC16, No.227, Aug. 1979.
7. Алфименков А.В. и др. ОИЯИ, P10-83-826, Дубна, 1983.
8. Алфименков А.В. и др. ОИЯИ, P10-83-827, Дубна, 1983.
9. Draft Revised CCITT Recommendation X.25, ACM Computer Communication Review 10.1&2, 1980; p. 56-129 (CCITT Plenary, Geneva, Nov. 1980).

Рукопись поступила в издательский отдел
12 марта 1985 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.

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

Александрова И.В. и др.

P10-85-182

Удаленный доступ к системе архивизации в первой очереди локальной вычислительной сети SONET

На примере системы архивизации описана организация удаленного доступа к сетевым службам в первой очереди локальной вычислительной сети SONET. В сети используется принцип коммутации пакетов. Иерархия сетевых протоколов строится на основе семиуровневой модели взаимодействия открытых систем МОС. Хотя в сети есть два узла, выполняющих коммутацию пакетов, постоянные виртуальные каналы образуют звездообразную структуру. Сетевое программное обеспечение представляет собой совокупность асинхронных взаимодействующих процессов, распределенных по узлам сети.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Aleksandrova I.V. et al.

P10-85-182

Remote Access to Archives System in the First Phase of SONET Local Area Network

Using the archives system as an example the organisation of remote access to the network services in the first phase of SONET local area network is described. The network uses packet switching. The network protocol hierarchy is built on the base of the ISO's 7-layer OSI model. Although there are two nodes performing packet switching in the network, the constant virtual channels form a star structure. The network software is a collection of asynchronous communicating processes distributed on the network nodes.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985