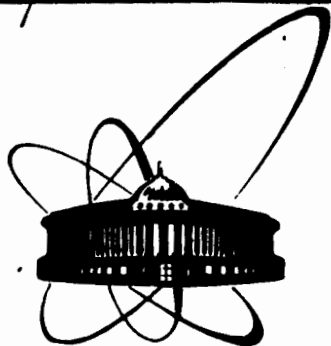


82-407

454/82

20/11-82



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

10-82-407

**И.В.Александрова, А.В.Алфименков, Р.Вебер,
В.М.Северьянов**

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ SONET,
ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА АВТОМАТИЗАЦИЮ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направлено на II Всесоюзный семинар
по автоматизации научных исследований
в ядерной физике и смежных областях
/Новосибирск, 29 июня - 2 июля 1982 г./

1982

SONET /сокращение от Scientific Oriented Network/ - это обобщенное название сети ЭВМ, в направлении создания которой развивается многомашинный измерительный центр Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ /ИЦ ЛНФ/. В настоящей публикации речь идет о первом этапе создания сети, который, наряду с решением практических задач ИЦ, призван накопить необходимый опыт как собственно по проблемам построения сетей, так и по вопросам приложения сетевой организации в области автоматизации научных экспериментов. Данная работа освещает современное состояние архитектуры и программного обеспечения сети SONET и лишь в небольшой степени затрагивает историю и перспективы их развития.

Основу экспериментальной базы ЛНФ составляют два импульсных реактора на быстрых нейтронах: ИБР-30, имеющий 7 нейтронных пучков, и ИБР-2, число пучков которого равно 14. Существенной особенностью ИЦ ЛНФ является необходимость обеспечения автоматизированного проведения многочисленных и самых разнообразных экспериментов при условии, что измерения ведутся одновременно и длятся от нескольких суток до нескольких недель. Помимо этого, автоматизации подлежат и элементы самой экспериментальной базы. Поэтому ИЦ строится на основе широкого использования вычислительной техники.

В ИЦ ЛНФ работает около двадцати ЭВМ различных типов, а также системы автоматизации на основе микропроцессоров. В конфигурацию сети SONET сегодня входят десять машин. Самая мощная из них - американская ЭВМ среднего класса PDP-11/70. Непосредственно с ней связаны мини-ЭВМ PDP-11/20 и микро-ЭВМ MERA-60-10, а через CM-4 подключены 5 машин CM-3 и одна MERA-60-30. Микро-ЭВМ MERA-60 используют советский процессор "Электроника-60". Только MERA-60-10 не имеет дисковой памяти и, следовательно, дисковой операционной системы. На PDP-11/70 работает мощная операционная система IAS, способная одновременно поддерживать режимы интерактивной работы, реального времени и пакетной обработки. На остальных машинах используется простая ОС реального времени RT-11. Все межмашинные связи реализованы с помощью асинхронных последовательных интерфейсов и четырехпроводных линий на скрученных парах. Большинство линий связи работает со скоростью 9600 бод. На рис.1 показано, каким образом вычислительные машины соединены между собой.

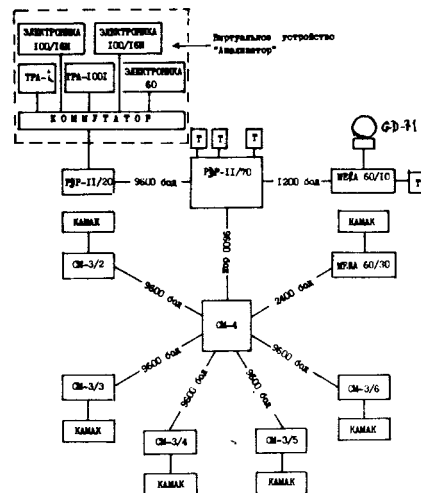


Рис.1. Схема соединения машин ИЦ ЛНФ.

"прозрачность" канала, т.е. пропускает восьмьбитовые байты без какого-либо анализа их содержимого. Разработанный протокол обмена был первым опытом такого рода в рамках программы SONET. Он имеет средства контроля и позволяет пересылать информацию для программы, обслуживающей GD-71, а также транпортировать любые файлы между внешними устройствами PDP-11/70 и перфоленточной станцией MERA-60-10. Кроме того, возможна загрузка программ в микро-ЭВМ через линию связи.

Мини-ЭВМ PDP-11/20 сопряжена с коммутатором /оставшимся в наследство от старого состава ИЦ, построенного на базе анализаторов АИ-4096 и ЭВМ БЭСМ-4/, который позволяет выполнять одностороннюю транспортировку массивов экспериментальных данных из подключенных к нему анализаторов и мини-ЭВМ в PDP-11/20. На программном уровне все эти анализаторы и мини-ЭВМ рассматриваются как одно виртуальное устройство с файловой структурой, где каждому анализатору или мини-ЭВМ соответствует свой файл на виртуальном устройстве "Анализатор". В операционную систему RT-11 внедрен драйвер этого виртуального устройства.

Машины CM-3 и MERA-60-30 через аппаратуру КАМАК подключены к экспериментальным установкам. Эти ЭВМ и PDP-11/20 мы называем машинами измерительных модулей /ИМ/.

SONET строится как сеть коммутации пакетов, при этом мы опираемся на семиуровневую модель открытых систем, предложенную Международной организацией стандартов ISO/1/. Физический уровень этой модели реализуется аппаратно с помощью

К MERA-60-10 подключен графический дисплей GD-71 производства ВНР. Он имеет спецпроцессор, осуществляющий доступ к оперативной памяти MERA-60-10 по каналу прямого доступа. GD-71 используется для обработки спектрометрической информации, попадающей с экспериментальных установок на PDP-11/70. На MERA-60-10 эмулируется терминал PDP-11/70, так что на терминале этой микро-ЭВМ можно работать так же, как и на штатном терминале центральной ЭВМ. Для пересылки любых, в том числе бинарных данных, производится переход в режим протокола обмена. При этом характеристики терминального драйвера на PDP-11/70 динамически изменяются таким образом, что он обеспечивает

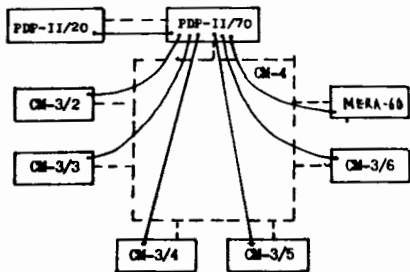


Рис.2. Схема виртуальных каналов сети SONET.

Модель открытых систем (7 уровней)	Первая очередь сети
Прикладной	7
Представительный	6
Семислойный	5
Транспортный	4
Сетевой	3
Канальный	2
Физический	1

SOCOL
PACT
ASTRA
DL-11

Рис.3. Соответствие протоколов сети SONET 7-уровневой модели открытых систем.

последовательных интерфейсов типа DL-11 фирмы DEC^{/2/}. Для уровня информационного канала мы разработали байт-ориентированный протокол ASTRA /сокращение от Asynchronous Transmission/. Здесь мы пытались учесть опыт широко распространенного протокола HDLC, который является частью рекомендации X.25 Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии CCITT^{/3/}, и протокола DDCMP фирмы DEC^{/4/}. Сетевой и транспортный уровни реализованы упрощенным протоколом пакетного обмена PACT, разработанным с учетом рекомендации X.25. Однако для облегчения первого исполнения реализованы только постоянные виртуальные соединения или виртуальные каналы, которые образуют звездообразную структуру с центром в PDP-11/70 и лучами, упирающимися в машины измерительных модулей /см. рис.2/. ЭВМ CM-4 выполняет функции коммутации пакетов, через нее проходит большинство виртуальных каналов. Более высокие уровни модели открытых систем в первой очереди SONET не разделяются и образуют по сути дела один, прикладной уровень, на котором работает интерпретатор командного языка сети SONET, называемый SOCOL /SONET Command Language/. Соответствие уровней модели открытых систем и протоколов SONET показано на рис.3.

Командный язык сети находится на начальном этапе своего развития и в настоящее время включает в себя в основном средства для доступа к разрабатываемой в SONET системе архивизации. Последняя базируется на использовании дисков большой емкости и магнитных лент PDP-11/70. Она выполняется как надстройка над файловой системой FILES-11. Каждый пользователь сети SONET, помимо своего рабочего директория, имеет свой архив, который он может рассматривать какместище большого объема для сохранения любых файлов. Каждый архив имеет динамическую резидентную часть, расположенную на дисках, и статическую часть на магнитных лентах. Обмен файлами между динамической и стати-

ческой частями архива выполняется системой архивизации без непосредственного участия пользователя. Командный язык позволяет пользователю помещать файлы в архив и извлекать их из архива, стирать файлы в архиве, а также просматривать каталог архива. Для пользователя, вошедшего в SONET с терминала PDP-11/70, файлы транспортируются между его рабочим директором и архивом, для вошедшего с терминала ЭВМ ИМ - между его архивом и периферийными устройствами этой ЭВМ. Помимо средств доступа к системе архивизации командный язык дает возможность любому пользователю SONET запускать на PDP-11/70 программы обработки. Таким образом, в первой очереди SONET экспериментатор может архивизовать накопленные данные, выполнить удаленную обработку и получить обработанные данные на измерительном модуле.

Для измерительных модулей разработана программа DUM /от Dual Memory/, которая позволяет на одном ИМ одновременно проводить два эксперимента, что достигается за счет использования под накопление данных двух внешних ЗУ, выполненных в стандарте КАМАК. Программа DUM представляет собой интерпретатор команд, которые должны в будущем сложиться в простой проблемно-ориентированный язык высокого уровня, позволяющий экспериментаторам программировать свои эксперименты, используя привычные для них категории. Сетевая часть программного обеспечения ИМ реализуется программой SONET, представляющей собой интерпретатор командного языка сети, который взаимодействует с PDP-11/70 через программы, реализующие протоколы PACT и ASTRA.

Каждая из семи физических линий связи ЭВМ CM-4 обслуживается своей программой, реализующей протокол ASTRA. Все эти программы взаимодействуют с программой SWITCH, которая осуществляет буферизацию и коммутацию пакетов. Задержка на узле коммутации определяется в основном временем приема /или передачи/ одного пакета данных, максимальная длина которого вместе с заголовком равна 516 байтов.

Программное обеспечение SONET на PDP-11/70 представляет собой комплекс взаимодействующих программ, причем только часть из них является резидентной в оперативной памяти, остальные загружаются по мере надобности и освобождают память по завершении своих функций. Резидентными являются: два драйвера, реализующие протокол ASTRA для физических линий связи с PDP-11/20 и CM-4, и программа PACT, осуществляющая пакетную коммутацию и выполняющая функции супервизора. При входе пользователя в SONET для него загружается интерпретатор командного языка SOCOL, который может, в свою очередь, запускать другие программы для выполнения отдельных команд, образуя тем самым некую иерархию взаимодействующих программ. Программа SOCOL находится в оперативной памяти до тех пор, пока пользователь не выйдет

из сети. Для каждого вошедшего в SONET пользователя запускается своя программа SOCOL и, следовательно, образуется своя иерархия взаимодействующих программ. Для входа в SONET используются те же имя и пароль пользователя, с которыми он зарегистрирован в операционной системе IAS.

На первом этапе развития сети SONET заложены основы сетевой системы архивизации и обеспечена возможность удаленной обработки, разработан протокол информационного канала и основы протоколов более высоких уровней, заложены основы командного языка сети и проблемно-ориентированного языка высокого уровня для программирования экспериментов. Однако проводимые в ИЦ эксперименты еще не стали органической частью сети - они в большой степени развиваются автономно; существуют измерительные модули, которые пока вообще не имеют физической связи с SONET. Сеть SONET, предназначенная для комплексного решения задач автоматизации широкого круга научных экспериментов, будет развиваться как в плане увеличения предоставляемого ею сервиса, так и в плане расширения конфигурации сети.

В заключение авторы считают своей приятной обязанностью поблагодарить начальника отдела Г.П.Жукова за постоянную поддержку данной работы и инженеров-электронщиков В.А.Вагова, В.А.Владимирова, М.Л.Коробченко, Г.А.Сухомлинова, Г.Н.Зимина, без активных усилий которых эта работа могла бы иметь лишь умозрительный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Reference Model of Open Systems Architecture. ISO/TC97/SC16, No.227, Aug.1979.
2. Описание DL-11 (DL-11 Asynchronous Line Interface Manual).
3. Draft Revised CCITT Recommendation X.25, ACM Computer Communication Review 10.1&2, 1980; 56-129 (CCITT Plenary, Geneva, Nov. 1980).
4. Wecker S. Dialogue on Digital Data Communications Message Protocol, Data Communications, Sep.-Oct., 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 июня 1982 года.

Александрова И.В. и др. 10-82-407
Программное обеспечение сети SONET,
ориентированной на автоматизацию научных исследований

Описывается современное состояние архитектуры и программного обеспечения первой очереди локальной сети ЭВМ SONET, в направлении создания которой развивается многомашинный измерительный центр Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ. Разрабатываемая сеть предназначена для комплексного решения вопросов автоматизации широкого набора научных экспериментов. Рассматривается физическая конфигурация сети и ее логическая структура. Описываются протоколы сети и элементы программного обеспечения.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Aleksandrova I.V. et al. 10-82-407
Software of SONET Network Intended for Automation
of Scientific Experiments

The present state of architecture and software of the SONET local network, the first phase, which is implemented on the base of multicomputer measurement center of the Laboratory of Neutron Physics, JINR, is described. The network is intended for complex solution of automation problems for a wide set of physical experiments. The physical configuration of the network, its logical structure, its protocols and items of the software are considered.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.