

А. РЕЙТСАКАС, Б. ТАММ

СЕТЬ ОДНОРОДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

I. Общие концепции

Вычислительные центры (ВЦ) в настоящее время работают, как правило, автономно. Это значит, что каждый ВЦ обслуживает определенную группу потребителей, не имея какой-либо связи с другими ВЦ. Более того, имеют место случаи, когда различные ЭВМ, установленные в одном ВЦ, работают несвязанно. Такое положение напоминает ситуацию в энергетике в 20-е годы, до начала развития энергосистем.

Выдвинутые XXIV съездом КПСС задачи по разработке в IX пятилетке автоматизированных информационных систем и автоматизированных систем управления на отраслевом, республиканском и союзном уровнях предполагают разработку научных основ технической базы этих систем. Такой комплексной технической базой станет сеть ВЦ, создание которой является весьма серьезной самостоятельной задачей.

Не вдаваясь в подробности, отметим лишь некоторые основные преимущества эксплуатации вычислительной техники в сети ВЦ по сравнению с ее автономным использованием:

- 1) любая информация, находящаяся в одном из ВЦ сети, становится доступной любой ЭВМ сети;
- 2) появляется возможность автоматического распределения нагрузки между ЭВМ сети;
- 3) большие задачи могут быть декомпонированы для проведения их расчета одновременно на нескольких ЭВМ;
- 4) математическое обеспечение всех входящих в сеть ВЦ становится общим и доступным для всех потребителей сети;
- 5) информационные массивы за короткое время могут быть транспортированы на большие расстояния;
- 6) может быть осуществлена специализация отдельных ВЦ или ЭВМ сети.

Преимущества сети этим перечнем, конечно, не исчерпываются, и все такие функции сети ВЦ, которые характеризуют ее как новое качество по сравнению с автономно работающими ЭВМ, должны стать в дальнейшем предметом специальных исследований.

Существование сети ВЦ определяется тремя основными компонентами: а) вычислительной техникой, б) математическим обеспечением и в) средствами связи. Отсюда следует, что построение сети ВЦ в любом районе станет реальным после достижения определенного минимального, но достаточного уровня развития всех названных компонентов. Что касается Эстонской ССР, то она довольно близка к этому уровню и постановка проблемы создания сети ВЦ является своевременной.

Республиканская сеть ВЦ, по нашему мнению, должна создаваться как часть общесоюзной сети ВЦ, как межведомственная, а также как открытая система. Это значит, что в республиканской сети должен быть по меньшей мере один крупный ВЦ, который одновременно выполнял бы функции связующего звена с общесоюзной сетью, и что необходимо предусмотреть возможность постепенного подключения новых ЭВМ и линий связи к сети минимальной или любой заданной конфигурации.

Что касается топологической структуры сети, то целый ряд обстоятельств склоняют нас принять в качестве наиболее целесообразной структуру, состоящую из замкнутых полигонов. При этом минимальной конфигурацией сети следовало бы считать соединение трех ВЦ.

Поскольку объединение ВЦ в единую сеть передачи информации в действительности означает увязку различных вычислительных машин и устройств коммутации с параметрами коммуникационных линий, организацию связи между любыми двумя абонентами сети и организацию буферного запоминания в транзитных узлах, то разработка структуры стандартного узла сети имеет фундаментальное значение. К сожалению, прямое подключение в коммуникационную сеть отдельных ЭВМ в виде простых последовательных элементов, как это показано на рис. 1, не

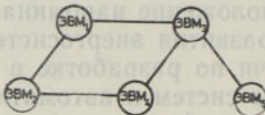
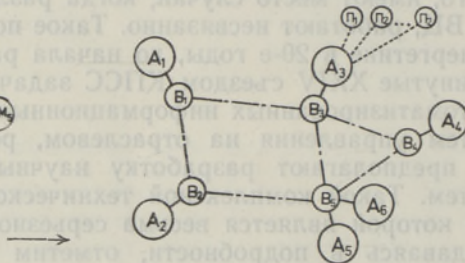


Рис. 1.

Рис. 2.



представляется возможным. Основные трудности заключаются в вопросах коммутации. Парк вычислительных машин состоит и будет состоять из различных типов ЭВМ, параметры входных—выходных устройств которых не совпадают с параметрами сети. Более того, даже однотипные машины имеют разные конфигурации. А при создании сети необходимо добиться того, чтобы, несмотря на различие входящих в сеть ВЦ интерфейсов ЭВМ, иметь по возможности однотипный интерфейс узлов коммутации, гарантирующий перевод любой поступающей со стороны ЭВМ информации в стандартную для сети форму.

Следовательно, необходимо реализовать схему, представленную на рис. 2, где узлы A_i обозначают ЭВМ или их системы в ВЦ, а B_i — узлы коммутации, в которых осуществляется также и модуляция—демодуляция информации.

Именно таким образом можно создать единую коммуникационную сеть, в которой любое сообщение, любая порция информации представляется единими параметрами. При этом в каждом ВЦ могут работать ЭВМ различного типа и с разным программным обеспечением. В этих условиях факт, что $A_i \neq A_j$, ни в аппаратурном решении, ни в смысле математического обеспечения уже не помеха, и любой потребитель может пользоваться всеми компайлерами и языками, доступными хотя бы для одной машины, входящей в сеть ВЦ. Не будет проблемой и то обстоятельство, что сеть станет межведомственной. Ведь в каждом узле сети можно реализовать систему, которая будет фиксировать использование технических и математических ресурсов того или иного ведом-

ственного ВЦ другими потребителями сети. При указанной топологии каждый A_i может выполнять также местные заказы, связанные с решением задач локальных потребителей (P_1, P_2, \dots, P_n ; см. рис. 2), которые могут иметь прямой доступ к данному ВЦ, например, через терминальные устройства.

Работа всей сети должна, конечно, контролироваться операционной системой сети, которая, кроме всего прочего, должна учитывать процессирование информации на отрезках $A_i \longleftrightarrow B_i$.

II. Структура сети

При разработке основ создания республиканской сети ВЦ в Эстонии необходимо учесть ряд специфических моментов. Отметим некоторые из них.

1) В Эстонии уже работает несколько десятков вычислительных машин и на ближайшие годы запланировано значительное увеличение мощности вычислительной техники с одновременным улучшением ее размещения.

2) Все ВЦ сравнимы между собой по инсталлированной вычислительной мощности. Нет больших и мощных ВЦ.

3) Парк ЭВМ в основном состоит из машин типа «Минск».

4) Республика имеет хорошо развитую сеть связи.

5) В республике имеются подготовленные кадры электроников, связистов и программистов.

Учитывая сказанное и принимая во внимание целесообразность реализации сети со структурой, принцип построения которой дан на рис. 2, необходимо обеспечить доступ в сеть через узлы B_i в первую очередь машинам типа «Минск». По причинам, изложенным более подробно ниже, в наших условиях сеть можно реализовать только с помощью мультипрограммных ЭВМ, т. е. на базе «Минск-32». Данное положение не противоречит общей тенденции развития ВЦ, согласно которой к имеющимся ЭВМ «Минск-22» добавляются «Минск-32», а новые центры в основном организуются на базе «Минск-32».

С целью обеспечения эффективного использования машин «Минск-22» при выходе в сеть целесообразно стыковать «Минск-22» и «Минск-32» между собой так, чтобы обмен информацией происходил между оперативной памятью «Минск-32» и магнитными лентами «Минск-22» в режиме приостановок «Минск-22». Такой режим работы позволяет производить обмен в любой момент времени без ожидания окончания счета по текущей задаче.

Центры, имеющие только ЭВМ «Минск-22», посредством серийной аппаратуры связи подключаются к ВЦ, имеющим систему «Минск-22»—«Минск-32», и через них получают выход в сеть. Такая организация сети ВЦ обеспечивает

— сокращение необходимой для сети номенклатуры средств сопряжения и увеличение тем самым однородности ее структуры;

— эффективное использование каналов связи;

— возможность использования системы «Минск-22»—«Минск-32» для организации параллельного счета при решении больших задач;

— эффективное использование довольно богатого математического обеспечения машин «Минск-22».

На рис. 3 изображен фрагмент сети ВЦ, реализующий вышеизложенные принципы с использованием как городских линий АТС, так и междугородных линий связи. На рис. 4 дается более детальная расшифровка этого фрагмента.

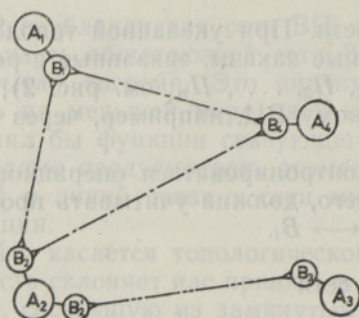


Рис. 3.

--- междугородные линии связи с ВЧ-уплотнением;
 ————— линии городских АТС.

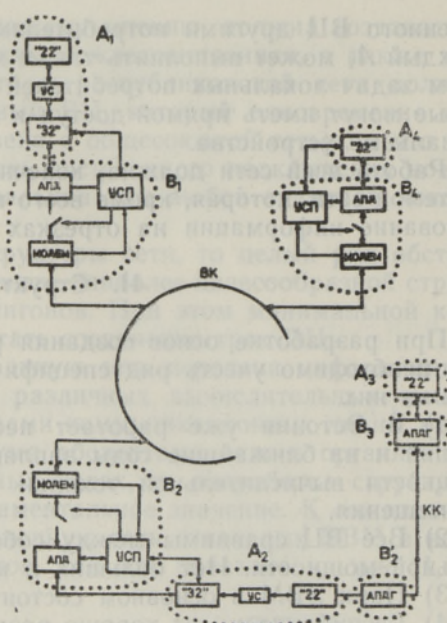


Рис. 4.

ВК — выделенный канал;
 КК — коммутируемый канал.

В состав ВЦ A_1 и A_2 входят ЭВМ «Минск-32» и «Минск-22», стыкованные через устройства сопряжения (УС). Центр A_3 имеет машину «Минск-22», а A_4 — «Минск-32». Коммутационные узлы B_1 , B_2 и B_4 сети имеют одинаковый интерфейс, состоящий из приемно-передающей аппаратуры передачи данных (АПД), модема и программного устройства сопряжения (УСП). Узлы B_2 и B_3 , соединяющие между собой машины «Минск-22», имеют серийную аппаратуру передачи данных.

По уровню реализации систему передачи данных можно подразделить на системы: сбора и обработки данных, концентрации данных, коммутации сообщений, управления работой сети.

На небольших расстояниях используются системы сбора и обработки данных. Передача данных на большие расстояния нуждается в мультиплексерах, в аппаратуре концентрации данных и коммутации сообщений. Мультиплексеры улучшают коэффициент использования каналов связи за счет выбора свободного канала. Однако этот коэффициент остается низким, если при занятости каналов абонент должен ждать, тратя на установление связи много времени. При наличии буферной памяти в системе можно производить накопление данных, имеющих в заголовке адрес потребителя. На основании таких адресов по мере освобождения каналов производится коммутация и передача сообщений. Если имеется система управления работой сети, то к перечисленным выше функциям добавляются управление потоками данных, определение приоритета передачи, проверка исправности системы и конечной аппаратуры и т. п.

По ряду технических причин первый этап республиканской сети ВЦ целесообразно организовать на уровне концентрации данных с использованием элементов коммутации сообщений. Дело в том, что стандартная аппаратура передачи данных позволяет производить обмен только после установления связи операторами. Поэтому сеть можно организовать только при установлении постоянного соединения по принципу «каждый с каждым» или же при постоянном участии оператора в работе сети. Вполне очевидно, что оба способа неприменимы для органи-

зации сети ВЦ. Остается программный способ установления соединения на основании адреса в заголовке сообщения (коммутация сообщения).

В связи с тем, что устройства программного сопряжения не могут брать на себя функции телефонных станций по установлению соединения, эти устройства могут работать только по выделенным каналам (ВК), к которым имеют параллельный доступ все включенные в сеть УСП вычислительных машин. На основании адреса на связь с передающим ВЦ включаются только УСП приемной машины.

Коэффициент использования ВК предполагается высоким, так как, во-первых, для сглаживания потока сообщений количество каналов целесообразно несколько ограничить и создать этим очередь в пиковом режиме. Причем возникновение очереди не оказывает существенного влияния на работоспособность системы, так как мультипрограмная машина при занятости канала может переключаться до его освобождения на решение другой задачи.

Во-вторых, при работе сети ВЦ во многих случаях должен происходить встречный обмен информацией. Подавая запрос, передающий ВЦ в заголовке сообщения указывает не только адрес потребителя, но и идентификатор требуемой информации и свой адрес. На время подготовки (поиск, формирование) запрашиваемой информации связь прерывается, и канал предоставляется другим потребителям.

III. Операционная система сети

Выше было указано, что нормальное функционирование сети возможно при наличии операционной системы (ОС), управляющей прохождением информации через сеть.

Весь поток информации сети можно разбить на три вида данных: архивные, отчетные и программные.

К архивным данным относится такая информация, которая в процессе работы сети претерпевает незначительные изменения (трансляторы, стандартные программы, справочные таблицы и т. д.). Этими данными пользуются все ВЦ сети. Отчетные данные — это данные, которые с определенной периодичностью передаются по сети и предназначены в основном для одного конкретного ВЦ (затраты фондов, потребность материалов, отчеты и т. п.). Программные данные передаются через сеть, если для решения текущей задачи данного ВЦ используется вычислительная мощность другого центра.

Технические возможности первого этапа сети однородных вычислительных машин (объем буферной памяти, пропускная способность каналов и т. д.) и особенности структуры потоков информации предполагают обмен, происходящий по различным алгоритмам. С учетом этого ОС сети можно разбить на серию программ обмена, не требующих выделения специальной вычислительной машины для обслуживания ОС сети.

В таком случае каждой вычислительной машине сети присваивается шифр, а для обслуживания потоков информации выделяется один из программных уровней мультипрограммного режима. Все информационные и программные массивы оформляются по единым правилам, причем идентификаторы массивов общего пользования согласуются между собой во избежание повторения названий. На каждой ЭВМ составляется каталог идентификаторов, допущенных к обращению в сети. Этот каталог по запросам выдается заинтересованным ВЦ через канал связи.

Обработка потока информации производится обслуживающими программами (ОПР), причем для каждого вида информации применяются свои ОПР. В целом все ОПР обеспечивают

- формирование каталога и его выдачу;
- обслуживание запросов сети;
- разбивку потока информации на перечисленные выше виды и передачу управления соответствующим программам обслуживания;
- выдачу директив оператору о необходимости переключения носителей информации;
- прием и обработку указаний и ответов оператора.

Для согласования работы ОПР необходимо схемно зафиксировать приоритет выхода на освободившийся канал связи.

Таким образом, ОС сети можно реализовать в виде отдельных ОПР обмена. Алгоритм обмена определяется видом информации, а требуемая информация определяется общим для всей сети идентификатором.

*Институт кибернетики
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
7/III 1972

A. REITSAKAS, B. TAMM

UHELIIIGILISTE ARVUTUSKESKUSTE VÕRK

Artiklis esitatakse territoriaalse arvutuskeskuste võrgu loomise üldised kontseptsioonid ning nende interpretatsioonid Eesti NSV kohta. Analüüsitakse ja põhjendatakse vabariigile kohase arvutuskeskuste võrgu struktuuri ning määratakse kindlaks selle võrgu operatsioonisüsteemi esimese etapi tähtsamad funktsioonid.

A. REITSAKAS, B. TAMM

HOMOGENEOUS COMPUTER NETWORK

The paper presents general conceptions of creating a territorial computer network and their interpretations for the Estonian SSR. The structure of a computer network suitable for the republic is analysed and reasoned, and the basic functions of the first stage of the operating system of the network are defined.