

СИСТЕМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Г.П. Макаров, Ю.Л. Вишневский, Ю.И. Метляев,
А.Х. Хайрутдинов
(Новосибирск)

Для решения важнейшей задачи вычислительной техники - повышения производительности и расширения математических возможностей вычислительных машин - наряду с созданием новых вычислительных машин и систем, представляется целесообразным объединение существующих вычислительных машин в вычислительную систему. Это обеспечивает:

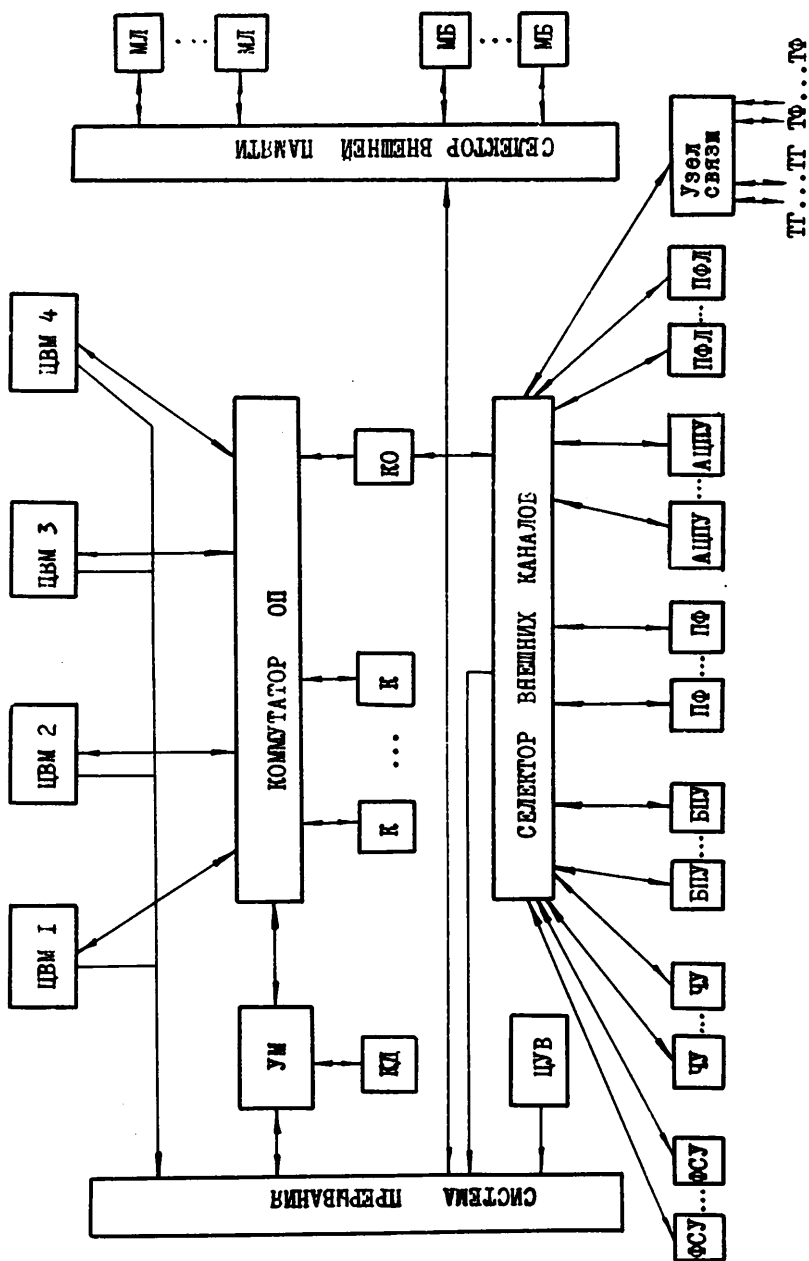
1) повышение производительности системы по сравнению с суммарной производительностью отдельных машин благодаря использованию принципов мультипрограммирования и мультиобработки;

2) увеличение скорости обработки отдельной программы путем разбиения этой программы на блоки и одновременной обработки блоков на нескольких вычислительных машинах;

3) расширение математических возможностей системы по сравнению с отдельной вычислительной машиной, так как появляется возможность доступа каждой машины ко всей памяти (большей по объему, чем память одной вычислительной машины) с помощью управляющей машины;

4) управление преобразованием и обменом информацией от значительного количества абонентов, соединенных с вычислительной системой каналами связи, и совмещение этих операций с работой комплексиремых машин.

В описываемой системе (см. рисунок) может быть до 4 вычислительных машин среднего класса (с быстродействием порядка 50 000 операций в секунду). Система включает следующие устройства: вычислительные машины типа "М-220" (ЦВМ), накопители на магнитной ленте (МЛ), накопители на магнитных барабанах (МБ),



цифровое устройство времени (ЦУВ), читающие устройства с перфокарт (ЧУ), быстродействующие печатающие устройства (БПУ), устройства вывода на перфокарты (ПФ), фотосчитывающие устройства (ФСЧ), устройства вывода на перфоленгу (ПФЛ), алфавитно-цифровые печатающие устройства (АЦПУ), телеграфные и телефонные линии связи (ТГ и ТФ), центральный математический пульт, инженерный пульт управления, математические пулты.

Система, кроме перечисленных стандартных устройств, включает следующие основные узлы: 1) управляющую машину (УМ) [1] с оперативной памятью (КД), в которой размещена программа-диспетчер, 2) коммутатор оперативной памяти, 3) селектор внешней памяти (СВП), 4) селектор внешних каналов (СВК), 5) систему прерывания.

Управляющая машина предназначена для координации и контроля работы устройств системы. Она выполняет следующие функции:

распределяет задачи или их части между комплексируемыми машинами,

управляет преобразованием информации и ее обменом между устройствами системы, полностью совмещая эти операции с работой комплексируемых машин,

контролирует передачи информации между устройствами системы и работу самих устройств при помощи специального оборудования и контрольных тестов,

регистрирует различные сведения, относящиеся к работе устройств системы и задачам, решаемых на ней.

В качестве управляющей машины предполагается использовать универсальную вычислительную машину типа "Минск-22".

Коммутатор оперативной памяти выполняет все функции по соединению основных устройств системы (УМ, СВП, СВК, ЦВМ) с оперативной памятью. В основу организации оперативной памяти положен блочный принцип. Каждый блок (К) имеет местное устройство управления и может функционировать автономно. Емкость блока может быть произвольна, режим его работы определяется управляющими сигналами устройств. Любое устройство может быть соединено с любым блоком. Порядок соединения определяется управляющей машиной посылкой управляющих слов в специальные регистры. При этом допускается возможность соединения нескольких устройств с одним блоком памяти. В этом случае соединение может быть произведено в режиме разделения времени (последовательность соединений определяется приоритетом устройств). Пре-

рывание осуществляется на уровне одного цикла работы блока. Связь между устройствами и блоком памяти осуществляется параллельным кодом в обоих направлениях. Кроме кода информации устройство посылает в блок памяти адрес ячейки и необходимые управляющие сигналы. В коммутатор каждое устройство посылает номер блока, к которому оно обращается.

СВП обеспечивает обмен информацией между оперативной и внешней памятью.

В основу организации внешней памяти системы положен следующий принцип. Все внешние запоминающие устройства (ВЗУ) разделены на несколько групп, каждая из которых имеет местное устройство управления. В группе может быть сосредоточено произвольное число отдельных устройств (МБ, МЛ). Каждая отдельная группа связана с СВП одним каналом обмена, по которому информация передается в виде параллельно-последовательного кода. Включение ВЗУ в работу производится управляющей машиной посылкой в местное устройство управления ВЗУ числа, в котором указывается номер устройства, начальный адрес, режим работы.

Обмен информацией между СВП и оперативной памятью системы производится по одному каналу параллельным кодом. Перед началом обмена управляющая машина посылает в СВП управляющее слово, в котором задаются начальный адрес и длина массива, подлежащего обмену. Таким образом, управляющая машина выполняет только функции организации обмена, в дальнейшем весь процесс обмена информации между оперативной памятью и внешним устройством обслуживается СВП и местным устройством управления соответствующей группы ВЗУ. При этом СВП выполняет следующие функции:

производит обмен информацией с ВЗУ по синхросигналам, вырабатываемым соответствующим местным устройством управления, преобразует параллельный код в параллельно-последовательный, и наоборот,

модифицирует текущий адрес при обмене очередным кодом с оперативной памятью системы,

фиксирует окончание обмена.

В основу построения схемы СВП положен принцип временного разделения при обслуживании нескольких параллельно работающих каналов обмена. Этот принцип требует меньшего объема оборудования и широко используется при организации многоканальных систем обслуживания. В СВП включается быстродействующая буферная память. В разработанном проекте объем этой памяти—32 ячеек—

ки, длина слова - 48 разрядов и цикл обращения - 1,5 мксек. Ячейки буферной памяти жестко распределены между внешними каналами. Каждому каналу отведено по 3 ячейки. Две из трех ячеек являются собственно буферными регистрами, работающими по принципу качелей (пока одна ячейка принимает информацию с канала, из другой ячейки происходит передача содержимого в оперативную память системы, потом обе половины меняются ролями). В третьей ячейке хранится управляющее слово. Для обеспечения связи буферной памяти с внешними каналами устройство управления СВП должно содержать дополнительный блок временного разделения с регистром циклического опроса, разряды которого загружаются синхриимпульсами, поступающими с внешних каналов. Количество одновременно работающих каналов обмена зависит от временных характеристик всех устройств, участвующих в процессе обмена: буферной памяти СВП, оперативной памяти системы, ВЗУ, местного устройства управления ВЗУ и др. Одновременно СВП может обслуживать 4 канала МБ и 4 канала МЛ.

СВК служит для связи системы с большим числом внешних каналов разного типа. СВК состоит из буферной памяти (КО), устройства управления СВК и блока временного разделения.

Каждому каналу отводится свой участок буферной памяти. Этот участок памяти, в свою очередь, делится на 2 половины, и работа организуется по такому же принципу, как и в СВП. Объем буфера канала рассчитывается так, чтобы не происходило потери информации при любых допустимых режимах работы.

Устройство управления СВК содержит управление буферной памятью, дешифраторы для установления соответствия между возбужденными каналами и их номерами, управление разверткой для преобразования последовательных кодов в параллельные, и наоборот, дешифраторы для преобразования управляющих символов в сигналы прерывания, а также счетчики для контроля заполнения буферных зон.

В связи с тем, что буферная память СВК связана с большим числом каналов, действующих независимо друг от друга, для их развязки в СВК предусмотрен блок временного разделения. Учитывая, что внешние каналы обладают меньшей скоростью по сравнению с каналами ВЗУ, в качестве буферной памяти можно использовать оперативную память с большим циклом обращения (например, 6 мксек). Блок временного разделения содержит регистр опроса, содержащий по одному разряду на каждый внешний канал и один разряд на внутренний канал (от коммутатора ОП к СВК). В

разряды внешних каналов поступает единица при каждой очередной загрузке промежуточного регистра данного канала. В разряд внутреннего канала поступает единица предупреждения от активной части системы за 6 мксек до начала передачи информации. При обзоре регистра опроса после каждого опроса очередного внешнего канала производится опрос внутреннего канала. Соотношение временных параметров внешних каналов и полного цикла обращения к буферной памяти СВК таково, что частота обмена по приоритетному внутреннему каналу заведомо больше частоты подачи информации по любому из внешних каналов.

Система прерывания — это устройство, необходимое для организации общего взаимодействия большого числа независимо работающих устройств. Через систему прерывания организуется связь всех устройств системы с программой-диспетчер. Главной частью системы прерывания является регистр прерывания, каждый из разрядов которого соответствует той или иной причине прерывания работы управляющей машины. Основные причины прерывания могут быть разбиты по группам следующим образом: 1) сигналы от вычислительных машин (различные остановки, обмен и т.д.); 2) сигналы от селектора внешних каналов (заполнение очередной половины буфера какого-то канала, начало работы канала и т.д.); 3) сигналы от селектора внешней памяти (окончание обмена с каким-то ВЗУ); 4) сигналы от устройства контроля (появление сбоя в каком-то устройстве); 5) сигналы от центрального устройства времени; 6) сигналы от пультов (работа оператора организуется через систему прерывания).

При разработке данной системы авторами был использован накопленный опыт проектирования вычислительных систем [2-5].