

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН РАЗЛИЧНОГО ТИПА

*Э.П. Дмитриев, В.И. Курбатов, А.С. Малащенко*  
(Николаев)

Повышение производительности средств вычислительной техники, в частности цифровых электронных вычислительных машин (ЭВМ), в настоящее время является одной из первостепенных задач. Эта проблема особенно актуальна для вычислительных центров (ВЦ), оснащенных несколькими цифровыми ЭВМ. Современное состояние вычислительной техники предлагает создавать вычислительные системы (ВС) на базе нескольких ЭВМ.

Принципы построения таких систем достаточно подробно изложены в литературе.

Известны два варианта ВС: неоднородные вычислительные системы, построенные на базе ЭВМ различного типа; однородные вычислительные системы, построенные на базе ЭВМ одного типа.

Особое внимание уделяется однородным ВС ввиду наличия у них весьма существенных преимуществ перед неоднородными ВС. Что касается неоднородных ВС, то ввиду наличия у них серьезных недостатков им не отдается предпочтение и создание таких систем считается дорогостоящим делом.

Однако многие ВЦ оснащены ЭВМ различного типа и для повышения производительности их и расширения круга решаемых задач, приходится в настоящее время идти на построение неоднородных

родных ВС. Кроме того, это позволит наиболее эффективно использовать структурные и программные возможности каждой ЭВМ в отдельности.

При правильно разработанном принципе построения неоднородной ВС недостатки, присущие ей, можно частично устранить, или снизить их значимость. В частности, если построение ВС производить при минимальных изменениях в схемах ЭВМ, то можно значительно уменьшить трудности эксплуатации ВС и затраты на реализацию системы. Основной трудностью при разработке неоднородной ВС является обеспечение синхронной работы ЭВМ в процессе обмена информацией между ними. Ниже излагается описание одной из возможных блок-схем неоднородной ВС и принцип организации обмена информацией между двумя ЭВМ ВС.

#### Блок-схема неоднородной вычислительной системы

Анализ различных вариантов построения неоднородной ВС показывает, что в конечном счете проблема построения такой ВС сводится к разработке устройства, которое координировало бы работу всех ЭВМ вычислительной системы и обеспечило их синхронную работу в процессе обмена информацией. Таким устройством является коммутирующее устройство (КУ).

Эффективное использование ВС в системах обработки информации невозможно без многоканального ввода-вывода. Обмен информацией между любой ЭВМ вычислительной системы с одним из внешних устройств осуществляется через коммутатор внешних устройств (КВУ).

На рис. 1 изображена блок-схема КУ. Она состоит из следующих устройств и блоков.

##### 1) Группы регистров:

- регистр вывода (РВ) - для приема информации из ЭВМ в КУ. РВ соединен кодовыми шинами со всеми машинами системы. Принят параллельный способ передачи данных, т.е. все разряды РВ заполняются одновременно;

- регистр инструкции (РИ) - для приема из РВ инструкции, являющейся своего рода командой для КУ. Инструкция всегда передается первым словом из всего массива информации, подлежащего выводу из ЭВМ. Инструкция хранится в течение всего времени взаимодействия машин системы;

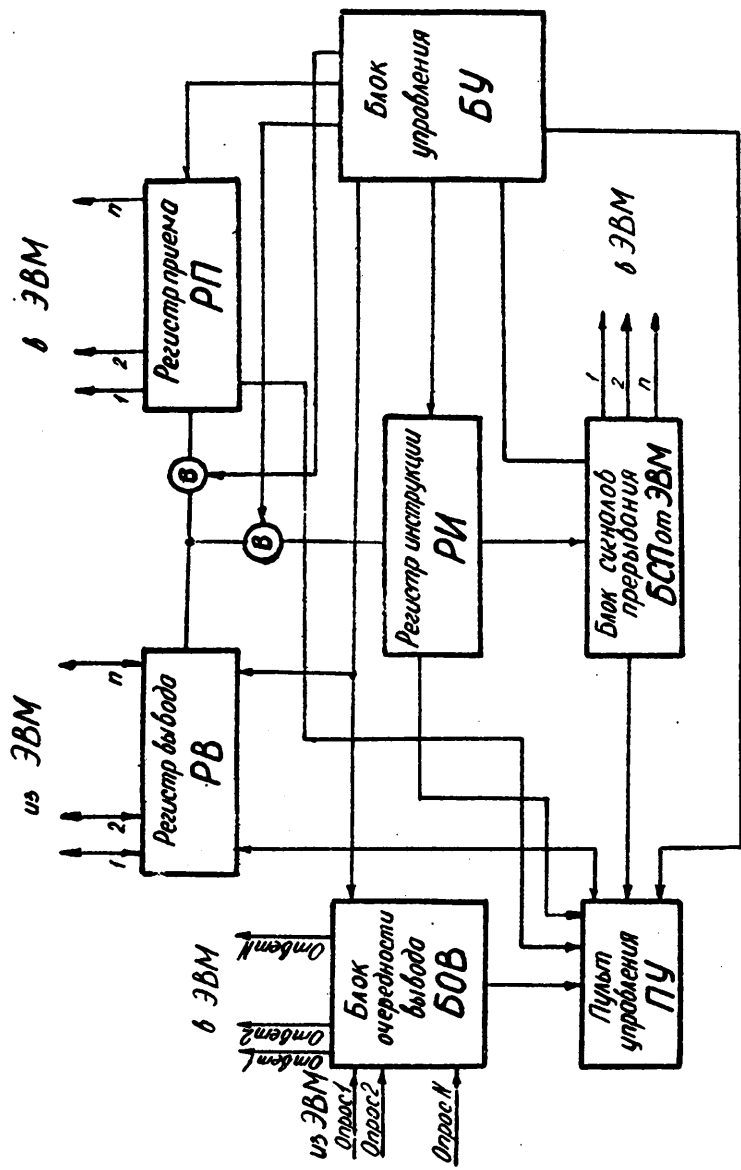


Рис. 1. БЛОК-СХЕМА КОММУТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

- регистр приема (РП) - для приема числовой информации из РВ и передачи ее в ЭВМ, номер (адрес) которой указан в инструкции. Передача кода на РВ и считывание с него-параллельное.

2) Блока очередности вывода (БОВ) - для соблюдения приоритета при обращении нескольких ЭВМ одновременно к КУ.

3) Блок сигналов прерывания от ЭВМ (БСП от ЭВМ).

Вырабатывает сигналы прерывания при обмене информацией между двумя ЭВМ ВС. Направляется сигнал прерывания в ту ЭВМ, адрес которой указан в инструкции.

4) Блока управления (БУ) для управления автономной работой всех блоков КУ по установленному циклу.

5) Пульт управления для контроля и визуального наблюдения за работой КУ и всей ВС в целом.

Блок-схема коммутатора внешних устройств (КВУ) изображена на рис. 2.

В состав КВУ входят следующие устройства.

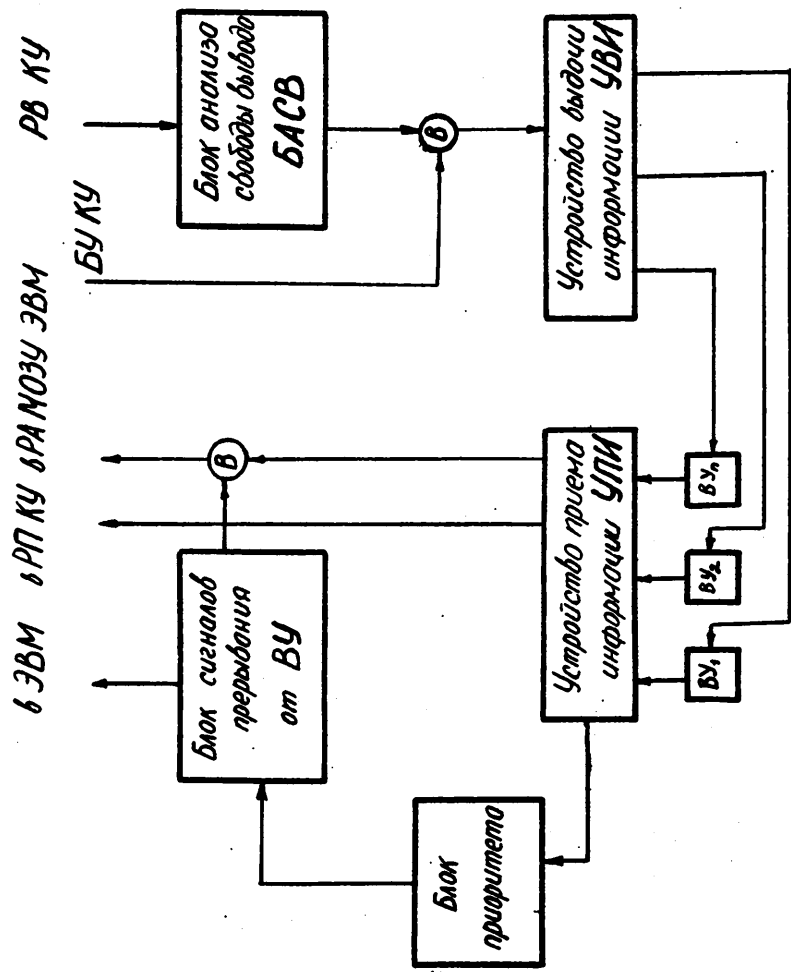
1) Устройство приема информации (УПИ) предназначено для автоматического приема телеграфных кодов с линии и преобразования их в машинное слово или приема информации с внешнего устройства для передачи в ВС.

2) Устройство выдачи информации (УВИ) предназначено для получения информации из ВС, преобразования ее в телеграфные коды и передачи в линию или вывода информации на другие ВУ.

3) Блок приоритета (БП) предназначен для реализации ввода информации в определенном порядке в соответствии с номером внешнего устройства (ВУ), поскольку внешним устройством присвоен фиксированный приоритет, то ввод информации происходит в первую очередь с ВУ с меньшим номером.

4) Блок сигналов прерывания от внешних устройств (БСП от ВУ) предназначен для управления посылкой сигналов прерывания в соответствующую ЭВМ ВС.

5) Блок анализа свободности вывода (БАСВ) предназначен для определения возможности вывода информации из ЭВМ на какое-либо ВУ.



**Рис.2. БЛОК-СХЕМА КОММУТАТОРА ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ КВУ.**

## Организация обмена информацией между двумя ЭВМ неоднородной ВС

Одновременная работа нескольких ЭВМ в составе ВС требует эффективного и надежного обмена информацией между ЭВМ. Этого можно добиться только тогда, когда к обмену информацией между ЭВМ подходят как схемными, так и программными методами. Причем, схемный метод должен быть таковым, чтобы переделки в схемах ЭВМ были минимальными, а программный метод не должен предусматривать чрезмерное увеличение списка команд.

Руководствуясь вышеизложенными требованиями, можно представить себе следующий принцип организации обмена информацией между ЭВМ ВС.

Обозначим ЭВМ, выдающую информацию, через ЭВМ<sub>В.И.</sub>, а ЭВМ, принимающую информацию, через ЭВМ<sub>П.И.</sub>

ЭВМ<sub>В.И.</sub> посылает сигнал "опрос" в блок очередности вывода КУ, где этот сигнал запоминается. Блок очередности вывода анализирует поступившие сигналы на приоритет.

Приоритет принят относительный. Каждая ЭВМ имеет свой номер, который определяет ее очередность при выводе информации на коммутирующее устройство. Если есть сигнал "опрос" с ЭВМ № 1, то этой машине присваивается право вывода информации на КУ; если сигнала "опрос" с ЭВМ № 1 нет, а есть такой сигнал с ЭВМ № 2, то этой машине предоставляется право на вывод информации в КУ; если нет сигнала "опрос" и с ЭВМ № 2, то обслуживается ЭВМ № 3 и т.д.

ЭВМ № 1 имеет преимущество перед всеми остальными ЭВМ ВС. ЭВМ № 2 — преимущества перед ЭВМ № 3, ЭВМ № 4 и т.д. и т.п. Таким образом, в случае одновременного поступления сигналов "опрос" на БОВ с нескольких машин, приоритет будет отдаваться ЭВМ, имеющей меньший номер. Но если КУ занято какой-либо ЭВМ<sub>В.И.</sub>, то оно будет занято до конца выдачи информации и никакая другая машина не может прервать происходящий обмен информацией.

Если, согласно принятому приоритету, машине представлено право на ввод информации, то БОВ выдает этой ЭВМ<sub>В.И.</sub> управляющий потенциал разрешения вывода (ПРВ). По этому потенциалу ЭВМ<sub>В.И.</sub> параллельным кодом посылает первое слово на РВ КУ. После принятия первого слова РВ КУ, БОВ снимает ПРВ, тем самым запрещая вывод следующего слова.

Первое слово представляет собой инструкцию для КУ и соответственно направляется в РИ.

Инструкция содержит в себе следующие сведения: номер (адрес) ЭВМ<sub>п.и.</sub>, адрес ячейки ОЗУ ЭВМ<sub>п.и.</sub>, с которой следует начинать размещение информации, признаки обмена.

Инструкция сохраняется на весь период обмена информацией между двумя ЭВМ<sub>п.и.</sub>

Согласно номеру ЭВМ<sub>п.и.</sub> блок сигналов прерывания от ЭВМ направляет импульс прерывания именно в эту ЭВМ. Происходит прерывание основной программы ЭВМ<sub>п.и.</sub> с переходом на подпрограмму приема информации из КУ. Признаки в инструкции определяют вид обмена, т.е. обмен между двумя ЭВМ или между ЭВМ и внешними устройствами. Кроме того, предусматривается наличие признака, определяющего идет ли вывод из ЭВМ<sub>в.и.</sub> массива информации или одного слова.

После занесения инструкции на РИ, БОВ посылает ПРВ в ЭВМ<sub>в.и.</sub> на вывод следующего слова. Следующие слова представляют собой числовую информацию, которая так же, как и инструкция, принимается РВ, затем параллельным кодом передается на РП, откуда считывается ЭВМ<sub>п.и.</sub> БОВ выдает ПРВ на ЭВМ<sub>в.п.</sub> на каждое последующее слово только тогда, когда предыдущее будет принято ЭВМ<sub>п.и.</sub>

Концом передачи массива служит специальный код. По данному коду вырабатывается потенциал конца обмена (ПКО), который служит управляющим потенциалом при возврате блоков и устройств КУ в исходное состояние (за исключением триггеров запоминания, сигналов "опрос" в БОВ). Далее БОВ согласно приоритету посылает ПРВ следующей ЭВМ<sub>в.и.</sub> и процесс обмена информацией повторяется. Обмен информацией в любой момент времени возможен только между двумя ЭВМ ВС.

Обмен информацией между ЭВМ и внешними устройствами имеет приоритет перед обменом информацией между ЭВМ. В этом случае инструкция будет иметь соответствующий признак.

Признак внешнего устройства и его номер при выводе информации заложены в инструкции. Организация обмена информацией между коммутирующим устройством осуществляется через устройство выдачи информации, в которое она поступает на специальный регистр вывода КУ.

В дальнейшем передача информации из устройства выдачи информации в канал связи или на внешнее устройство происходит

автономно. При выдаче в канал связи машинный код специальными устройствами преобразуется в последовательный код, соответствующий каналу связи. При непрерывном выводе информации на одно из устройств вывода информации осуществляется анализ свободности вывода через схему анализа свободности вывода и в случае его занятости в ЭВМ посылается запрещающий вывод сигнал.

Ввод информации в ВС осуществляется через устройство приема информации, в которое она поступает на специальный регистр. При этом в случае приема информации с канала связи последовательный код преобразуется в параллельный, соответствующий машинному слову.

Первое слово из массива информации является инструкцией аналогично, как и при обмене информацией между ЭВМ. Инструкция заносится и хранится на специальном регистре устройства приема информации. Последующая информация поступает с УПИ на регистр приема КУ и с него в ЭВМ, номер которой указан в инструкции.

Передача информации в ЭВМ и выбор необходимой ЭВМ осуществляется выработкой соответствующего сигнала прерывания в блоке сигналов прерывания от ВУ.

При одновременном поступлении информации с нескольких ВУ передача ее в ЭВМ осуществляется последовательно, согласно установленному приоритету.