

УДК.681.142.019.322

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМАНД  
 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ "МИНСК-222"

В.Н. Гущенков, Л.М. Жаврид, В.А. Казушук,  
 Ю.Г. Косарев, Н.П. Савик

Накопленный с 1966 года опыт математической и технической эксплуатации установленного в Институте математики АН БССР образца вычислительной системы "Минск - 222" из трех машин "Минск - 22" полностью подтвердил правильность теоретических предположений, положенных в основу разработки однородных универсальных вычислительных систем с программируемой структурой [1, 2].

Система оказалась высокоэффективной в применении и простой в эксплуатации. Увеличилось также полезное время работы машин в одиночном режиме. При выходе из строя внешних устройств - наиболее уязвимом месте машин данного типа - появилась возможность использовать внешние устройства другой машины.

Полученный опыт позволил сотрудникам Института математики СО АН СССР и АН БССР внести ряд предложений по расширению возможностей системы "Минск - 222", увеличению удобства её эксплуатации, повышению надежности работы системных устройств (СУ), а также по согласованию СУ с дополнениями к "Минску-22", связанными с режимом Т.

Эти изменения и дополнения не носят принципиального харак-

тера и не потребовали большого объема технических работ. Вместе с тем они дают ощутимый эффект в удобстве программного и ручного управления системой и устройствами и устранили конфликтные ситуации для некоторых сочетаний команд системы.

Изменения и дополнения в схемах СУ, выполненные сотрудниками ИМ АН БССР при наладке и в период эксплуатации и не отраженные в [3-5], внесены непосредственно в техническую документацию системы.

Ниже описываются изменения, касающиеся совершенствования команд системы.

Всего было внесено четыре изменения.

1. Разделение признаков  $Q$  и  $\Omega$ . Как известно, для разрешения ЭМ участвовать в операциях ОБП и ОУП были введены два обобщенных признака  $Q$  и  $\Omega$  [5]. Признак  $Q$  использовался для выделения машин, участвующих в операциях ОБП и для синхронизации ЭМ по команде - 65 00 0000 0000. Для участия ЭМ в выработке обобщенного признака  $\Omega$  и выполнения перехода по этому признаку ЭМ должна отмечаться как по  $Q$ , так и по  $\Omega$  (т.е.  $Q = \Omega = 1$ ). Двойственная роль признака  $Q$  не позволяет выделять ЭМ, которые реагировали бы только на команды ОБП или только на команды ОУП. Целесообразно команде ОБП поставить в однозначное соответствие признак  $Q$ , а команде ОУП - признак  $\Omega$ . В этом случае появляется возможность отнести каждую ЭМ к одной из четырех групп: не реагирующих на команды ОБП, ОУП и синхронизации; реагирующих только на команды ОБП; участвующих в выполнении только команд ОУП и синхронизации; реагирующих на команды ОБП, ОУП и синхронизации.

2. Упрощение запуска системы на автоматическую работу. Перед пуском системы приходится выполнять определенные действия с пульта каждой машины (установка в режим "динамический останов") [6]. С помощью небольших добавлений в СУ ЭМ можно добиться выполнения системных команд на управляемых машинах, находящихся в режиме останова (-00). В таком случае настройкой ЭМ и рассылкой необходимой информации по отдельным ЭМ можно управлять с пульта одной из машин. Возможность управления ЭМ, находящимися в режиме останова, позволяет запускать систему на дальнейшую или

повторную работу отдельных блоков программ при неопределенных или сбойных ситуациях, что значительно облегчает отладку программ, наладочные и профилактические работы, а также разработку диспетчера системы.

3. Сохранение содержимого сумматора (СМ) и признаков при выполнении системных команд. Первоначально предусматривалось, что содержимое СМ не изменяется только при выполнении команды настройки Н /-01/. Все другие команды системы П /-56/, Пр /-57/, ОБП и ОУП не сохраняют ни содержимого СМ, ни признаков отрицательного результата ( $\omega_1$ ) и нуля ( $\omega_2$ ). Это не позволяет программным способом переключать ЭМ системы на выполнение новой программы с возможностью возврата к старой. Дополнения к схемам обеспечивают для всех команд системы сохранение результата предыдущего действия, признака режима округления (Р окр.) и признаков ( $\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ ).

4. Вызов в МОЗУ содержимого регистра настройки (РН). Опыт эксплуатации системы показал, что встречаются случаи, когда необходимо знать РН машин.

На первый взгляд естественным представляется такая организация программы, при которой машина, управляющая работой системы, получает информацию о всех командах настройки в каждой ЭМ и о моментах времени их выполнения. Однако если учесть, что в однородных ВС роль управляющей может взять на себя любая ЭМ или что с помощью команд ОУП можно управлять одновременно многими ЭМ, то очевидно, что информация о состоянии системы оказывается практически недоступной. Можно путем усложнения программ, наложения определенных ограничений на возможности системы и закрепления права управления системой за одной машиной иметь информацию о состоянии каждой ЭМ, однако трудно найти удобный способ оперативно / при помощи программ / переключить все или часть ЭМ на решение более срочной задачи и сохранить возможность после её выполнения возобновить решение прерванной. Если заранее в каждой ЭМ не заготовлена программа прерывания и не предусмотрено "закругление счета" [5] на определенных этапах программы, то использование системы для решения срочной задачи организовать невозможно.

Возможность системы в этом смысле значительно расширяется, если организовать прямой доступ к РН, т.е. ввести в систему команд ЭМ операцию, позволяющую записать содержимое РН в заданную ячейку МОЗУ. Экономичным в техническом отношении представляется расширение содержания команды настройки  $H_0$  при возложении на нее функции эпреса РН и записи его содержимого в МОЗУ по адресу, указанному в разрядах первого адреса (А1) команды.

Прерывание программы ЭМ, работающей в системе или по отдельной программе, предполагает запоминание с последующим восстановлением результата предыдущего действия /РПД/, его признаков и режима округления. В машинах "Минск - 2/22" предусмотрено одноступенчатое прерывание программы с запоминанием необходимых признаков на отдельных триггерах. Запоминание признаков в ячейках МОЗУ расширит возможности прерывания программ и в отдельной машине. Признак отрицательного результата ( $\omega_1$ ) восстанавливается при восстановлении РПД. Восстанавливать признак переполнения ( $\omega_2$ ) не нужно, т.к. при переполнении прерывание программы, в том числе и по команде ОБП, не допускается. Таким образом, достаточно запоминать признаки нуля ( $\omega_3$ ) и режима округления. В соответствии с этим в машинном слове разряд 36 отводится для признака  $\omega_3$ , а разряд 35 - для Р окр. Временная диаграмма команды  $H_0$  дополняется тактом записи. В начале 5-го такта опрашиваются с непосредственной выдачей в МОЗУ РН,  $\omega_3$ , Р окр. В конце такта старое содержимое РН заменяется новым.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для вызова в МОЗУ содержимого РН без изменения его состояния следует пользоваться командой -0100 А1 0100, которая запишет содержимое РН по А1. Новым содержимым РН будет результат логического сложения старого кода с нулем. Восстановление признаков  $\omega_3$  и Р окр не может быть жестко связано с командой настройки, так как это затруднит использование её в обычном режиме. Удобнее ввести еще одну модификацию  $H_2$ , при которой разрешение на занесение содержимого разрядов 35 и 36 команды на триггеры Р окр и  $\omega_3$  выдает "1" в 34-м разряде этой же команды. Такой способ восстановления признаков назовем приемом.

Приемлем, хотя и менее удобен, и косвенный способ, когда содержимое 35-го и 36-го разрядов ячейки, содержащей признаки

Р окр и  $\omega_3$ , анализируется и заносится на соответствующие триггеры при помощи обычных машинных команд. Программа, восстанавливающая признаки, должна выполняться непосредственно перед передачей управления на продолжение работы программы. Сначала должен анализироваться признак режима округления. В зависимости от его значения выполняется команда -04 (блокировка округления) либо -05 (снятие блокировки округления). Затем анализируется признак  $\omega_3$ . При  $\omega_3 = 0$  на сумматор посылается содержимое нулевой ячейки, а при  $\omega_3 = 1$  - код, запомненный в момент прерывания РПД. Прерывающая машина рассылает всем ЭМ системы при помощи программы (а) программу запоминания состояния машины (б) и отсылает все ЭМ на выполнение этой программы.

а) К+0 -02 00 0000 В+0 -57 00 " А+0 → ЭМ  
 К+1 -56 00 " А+0 передача программы запоминания всем ЭМ  
 К+2 -02 00 0000 В+1 отсылка ЭМ на программу запоминания

В+0 -57 00 " А+0  
 В+1 -31 00 А+0 Ря1

б) А+0 +06 00 0000 Ря2 РПД → Ря2  
 А+1 -01 00 Ря3 0000 РН,  $\omega_3$ , Р окр → Ря3  
 А+2 -47 00 запись содержимого МОЗУ на  
 А+3 -43 00 МЛ  
 А+4 -30 00 А+2 0000 }  
 А+5 -65 00 0000 0000 синхронизация системы по концу запоминания  
 А+6 -30 00 А+6 0000 " динамический останов "

В результате выполнения программы (б) все ЭМ запоминают СЧАК, РПД и РН,  $\omega_3$ , Р окр в ячейках Ря1, Ря2 и Ря3 соответственно, а также записывают содержимое МОЗУ на МЛ и одновременно выходят на "динамический останов". Управляющая машина должна иметь в своей памяти программы а) и б) и, кроме того, в наиболее часто выполняемом участке своей рабочей программы команду -35 00 КЛ К+0. Для прерывания работы системы на старой программе и перехода на новую, включенную на ПУ ключом КЛ, управляющая машина отсылается на выполнение программы а) и прерывает выполнение текущей задачи. Очистка МОЗУ, рассылка рабочих

программ с небольшой информацией и запуск системы на новую задачу можно осуществить способом, изложенным в п.2. Переключение системы на продолжение работы по старой программе (обратное переключение) может выполняться либо из одной управляющей машины, либо всеми ЭМ самостоятельно. Соответственно этому программа обратного переключения либо рассылается из одной ЭМ, либо хранится в каждой ЭМ. При программном обратном переключении необходимо все ЭМ системы одновременно отослать на программу восстановления. В случае, если это затруднено, можно обратное переключение выполнить способом, аналогичным начальному запуску из одной ЭМ после полного останова всей системы.

В соответствии с принятым способом восстановления признаков можно использовать две программы обратного переключения системы.

а) При прямом восстановлении признаков:  
 К+0 -01 00 0000 0130 настройка  $R = 0, Q = 1, \Omega = 1$   
 К+1 -47 00  
 К+2 -45 00 } чтение с МЛ старой программы  
 К+3 -30 00 К+1 0000  
 К+4 +71 00 Ря3 В+0 } формирование команды настройки  
 К+5 +76 00 В+1 К+10  
 К+6 -10 00 Ря2 0000 РПД → СМ  
 К+7 -65 00 0000 0000 синхронизация  
 К+10  
 К+11 -30 00 Ря1 0000 возврат к старой программе

В+0 00 00 0000 0033  
 В+1 -01 00 0000 0104

б) При косвенном восстановлении признаков после ячейки К+5 программы а) должен быть восстановлен следующий блок:

Р+0 +71 00 Ря3 В+3 }  $\phi_{35} = 0?$   
 Р+1 -34 00 Р+4 Р+2 }  
 Р+2 -04 00 0000 0000 блокировка округления  
 Р+3 -30 00 Р+5 0000  
 Р+4 -05 00 0000 0000 снятие блокировки округления  
 Р+5 +71 00 Ря3 В+2 }  $\phi_{36} = 0?$   
 Р+6 -34 00 Р+7 К+6 }

P+7 -IO 00 0000 0000 CM: 0000 0000 0000

P+IO -30 00 K+7 0000

B+2 00 00 0000 0001

B+3 00 00 0000 0002

При косвенном способе P+II = K+7.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Э.В.ЕВРЕИНОВ, Ю.Г.КОСАРЕВ. О возможности построения вычислительных систем высокой производительности. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.
2. Э.В.ЕВРЕИНОВ, Ю.Г.КОСАРЕВ. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск, Изд-во "Наука" СО, 1966.
3. Э.В.ЕВРЕИНОВ, Г.П.ЛОПАТО. Универсальная вычислительная система "Минск-222".-Вычислительные системы. Новосибирск, Изд-во "Наука" СО, 1966, вып.23, стр. 13-20.
4. Г.П.ЛОПАТО, А.Н.ВАСИЛЕВСКИЙ, В.Я.ПЫХТИН, Б.А.СИДРИСТЫЙ, В.Г.ХОРОШЕВСКИЙ. Системное устройство электронной машины вычислительной системы "Минск-222".-Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука" СО, 1966, вып.23, стр. 35-67.
5. Ю.Г.КОСАРЕВ, В.Я.ПЫХТИН, Е.Н.ЛУКОВ, Л.Я.ГОЛОВЯШКИНА, Ю.И.КОЛОСОВА. Особенности употребления команд системы "Минск-222".-Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука" СО, 1967, вып.24, стр. 41-54.
6. Е.Н.ЛУКОВ, Г.Н.БУСЛАЕВА, Г.И.ЛЕВЧЕНКО. Особенности работы на системе "Минск-222".-Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука" СО, 1967, вып.34, стр.77-83.

Поступила в редакцию  
15 ноября 1968 г.