

ЭВМ БЭСМ-6 и ее программное обеспечение

М.А.Копытов

ЭВМ БЭСМ-6 до настоящего времени остается одной из самых мощных высокопроизводительных ЭВМ в СССР.

ЭВМ БЭСМ-6, эксплуатирующиеся практически во всех крупных вычислительных центрах страны, обладают своеобразной архитектурой и развитым программным обеспечением. Ниже рассматриваются основные особенности аппаратуры БЭСМ-6, а также дается краткая характеристика и структура общего внутреннего программного обеспечения ЭВМ БЭСМ-6.

I. АППАРАТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭВМ БЭСМ-6.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) БЭСМ-6 может иметь объем от 32 до 128 страниц (листов). Каждая страница – это 1024 48-разрядных слова. Прямая адресация допускается в пределах только 32-х страниц (32К), то есть разрядность адреса – 15 (диапазон восьмеричных адресов от 00000 до 77777).

Цикл обращения к памяти составляет 2 мксек.

48-разрядный код слова БЭСМ-6 может интерпретироваться двумя командами БЭСМ-6, либо как целая двоичная константа в логических операциях, либо как двоичное число в форме с плавающей запятой. Точность представления таких чисел $2^{40} - 1$, диапазон от 2^{-64} до 2^{+64} .

В слове БЭСМ-6 могут размещаться также две 24-разрядные команды. Формат команды составляют следующие элементы: номер индексного регистра, код операции, адресная часть (точнее смещение или приращение). БЭСМ-6 имеет одноадресную систему команд. В устройстве управления БЭСМ-6 имеется индексная память из индекс-регистров или модификаторов с номерами от 1 до 15. Разрядность модификатора – 15. Имеются команды, которые позволяют записывать и считывать коды индекс-регистров. Пересылать коды из одного регистра в другой, складывать коды. Кроме того, во многих операциях код модификатора участвует, как слагаемое, при вычислении адреса операнда, то есть адрес в таких командах образуется в результате сложения кода адресной части (смещения) и содержимого модификатора, номер которого задан в команде.

С помощью специального режима обращения к памяти или специальных команд можно обращаться к ОЗУ в режиме магазина. Магазин организуется из области обычной памяти с помощью счетчика (так называемая пассивная магазинная память).

Система команд довольно разнообразна. Кроме традиционных арифметических операций (сложение, вычитание, умножение, деление) имеются такие: обратное вычитание, вычитание модулей, изменение знака числа, корректировка порядка числа и т. д. А среди логических, кроме операций над разрядами слова: дизъюнкция, конъюнкция, сравнение, а также сдвигов и циклического сложения, имеются оригинальные операции: сборка, разборка, выдача числа единиц в коде, выдача номера старшей единицы. Команды условного и безусловного перехода отличаются разнообразием и включают специальную команду для организации цикла.

В арифметических и логических операциях участвуют 2 операнда: один должен быть предварительно считан в 48-разрядный сумматор арифметического устройства, другой выбирается из памяти, результат остается на сумматоре.

Основные технические данные БЭСМ-6:

- время цикла обращения к ОЗУ - 2 мксек,
- основная тактовая частота - 10 мегагерц,

- время выполнения сложения - 1,1 мксек,
- время выполнения умножения - 1,9 мксек,
- время выполнения деления - 4,9 мксек,
- время выполнения поразрядных логических операций - 0,5 мксек.

Но и при таких данных общее быстродействие оценивается около 1 млн. операций в секунду. Это достигается за счет максимального распараллеливания выполнения операций, особенно на стадии их подготовки. Для этих целей последовательные ячейки памяти располагаются в различных секциях, которые связаны с центральным процессором параллельными каналами, а, кроме того, в центральной части БЭСМ-6 имеется буферная память отдельно для операндов и команд. Все это позволяет практически каждую команду готовить предварительно (вычислять адреса, выбирать операнды и т. д.) на фоне выполнения других операций. И, таким образом, получается, что за счет своеобразной внутренней структуры БЭСМ-6 при относительно невысоких скоростях выполнения микроэтапов достигается высокое быстродействие в целом.

Возможность совмещать операции и быстро переключаться с одного процесса на другой на самых различных уровнях работы БЭСМ-6 (на уровне подготовки и выполнения операций, на уровне операций обмена с внешней памятью, на уровне операционной системы и т. д.) является наиболее характерной для БЭСМ-6.

БЭСМ-6 имеет набор внешних запоминающих устройств в виде магнитных барабанов, лент и дисков. На БЭСМ-6 при максимальной комплектации может быть:

- 16 магнитных барабанов (МБ), емкостью по 32К слов каждый,
- 32 устройства для установки съемных магнитных лент (МЛ), емкостью по 512К каждая,
- 16 устройств для установки съемных магнитных дисков (МД), емкостью по 1000К каждый.

Устройства внешней памяти связаны непосредственно с ОЗУ по 6 параллельным каналам (направлениям) и управляются специальным устройством (УВУ). Это позволяет совмещать по времени обмена между независимыми направлениями, а также – с работой центрального процессора.

Обмены между ОЗУ и внешней памятью производятся листами (групповой обмен), для магнитного барабана возможен секторный обмен (1/4 листа – 256 ячеек). Средние времена обменов с МБ – 20 мсек, с МД – 200 мсек (без подвода), с МД – 60 мсек.

БЭСМ-6 имеет в комплекте 2 канала для подключения устройства вывода на печать (АЦПУ-128) – скорость печати 7 строк в секунду, 2 канала для устройства ввода с перфокарт (УВВК). Скорость вывода – 600 карт в минуту, 2 канала для устройства вывода на перфокарты (скорость 120 карт в минуту) и 24 телеграфных канала для подключения терминалов.

Таков основной состав аппаратного обеспечения ЭВМ БЭСМ-6.

Кроме вышеописанной аппаратуры на БЭСМ-6 имеются некоторые дополнительные аппаратные средства, с помощью которых специальные управляющие программы могут организовывать параллельную работу внешних устройств БЭСМ-6, а, следовательно, и мультипрограммную обработку информации на БЭСМ-6.

К таким средствам следует прежде всего отнести:

- аппаратуру приписки и защиты математических страниц.
- систему аппаратных и программных прерываний.
- наличие 2-х режимов работы БЭСМ-6: математического и привилегированного (режим супервизора).

Кратко опишем существо этих аппаратных средств.

Регистры приписки устанавливают соответствие между физическими (реальными) страницами ОЗУ и математическими страницами данной программы. БЭСМ-6 имеет 32 регистра приписки (столько, сколько прямоадресуемых страниц в одной программе). Но-

номер регистра соответствует номеру математической страницы, а его содержимое – номеру физической страницы. Управляющая программа может все свободное физическое пространство памяти поделить между претендующими на нее математическими программами и каждой математической операции отвести определенную физическую страницу ОЗУ, запомнив эту информацию в специальных таблицах (копии регистров приписки для данной программы). Эти копии переписываются непосредственно в регистры приписки в тот момент, когда данная программа становится активной, то есть процессор начинает выполнять ее команды.

Если на БЭСМ-6 режим приписки не заблокирован, то всякий раз, когда происходит обращение к памяти по математическому адресу, аппаратура БЭСМ-6 определяет номер регистра приписки по 5 старшим разрядам математического адреса и заменяет эти разряды на значение выбранного регистра приписки. Таким образом, достигается не только независимость математического адреса ячейки от физического ее размещения, но и защита информации для данной программы (одна программа не в состоянии «испортить» информацию другой).

Одноразрядные регистры защиты, соответствующие 32 математическим страницам, позволяют «закрывать» страницы, то есть временно, например, на момент обменов или постоянно запрещать обращение к соответствующим математическим страницам.

Система прерывания БЭСМ-6 позволяет следить за работой различных устройств БЭСМ-6 с помощью управляющей программы.

На БЭСМ-6 имеются аппаратные и программные прерывания.

Аппаратные прерывания бывают внутренние и внешние.

Внутренние прерывания - это главным образом сигналы о некорректных действиях выполняемых программ (деление на 0, переполнение, обращение к «чужой» или «закрытой» математической странице) или сигналы по контролю (БЭСМ-6 по избыточным разрядам в ячейках ОЗУ и состоянию различных внутренних регистров по особым правилам следит за правильностью передач информации внутри ЭВМ).

Внешние прерывания – это сигналы от внешних устройств БЭСМ-6. Специальными командами управляющая программа может выдать соответствующее задание внешнему оборудованию: продвинуть ленту на одну зону, записать лист на магнитный барабан, включить двигатель устройств ввода, отпечатать строку на АЦПУ и т.д.

Сигналы о внутренних и внешних прерываниях поступают в специальный регистр прерывания, прочитав который управляющая программа может разобраться в причине прерывания. В случае внутренних и внешних прерываний выполняемая программа прекращает работать, и управление передается управляющей программе (соответственно в ячейки 500 и 501). При этом следует иметь в виду, что внутренние прерывания происходят безусловно, а внешние – при условии, если управляющая программа «пожелает» на них реагировать (имеется специальный регистр маски, с помощью которого управляющая программа может реагировать лишь на сигналы от тех устройств, с которыми она активно работает в данный момент).

Каждая выполняемая программа может организовать программное прерывание, если она выполнит так называемый экстракод (специальный код операций из диапазона 050 ÷ 077). В этом случае происходит прерывание выполняемой программы и передача управления в управляющую программу в ячейку 500 + код операции экстракода. За каждым экстракодом управляющая программа может закрепить определенную функцию, например, экстракод синуса, корня квадратного из числа, экстракод печати, обмена и т.д.

Управляющая программа может обращаться к некоторым специальным регистрам БЭСМ-6 и пользоваться некоторыми специальными командами. Только управляющая программа может давать исполнительные команды внешним устройствам. Остальные программы могут лишь сообщить свои «желания» или заказы, например, на обмен с магнитным барабаном, вывод на печать и т.д. Это делается с помощью экстракодов.

Все это становится возможным благодаря наличию на БЭСМ-6 2-х режимов: привилегированного, когда программе (управляющей) возможно «все» и математического, когда ей многое запрещено («запрещенные» команды и регистры).

Из сказанного должно быть ясно, что эффективная обработка информации на БЭСМ-6 может быть возможна только при наличии специальной управляющей программы, которую на БЭСМ-6 принято называть программой – диспетчер.

II. ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА БЭСМ-6

Традиционный процесс обработки информации на ЭВМ состоит из этапов:

- ввод данных и программ,
- выполнение программы (счет),
- вывод результатов,
- возможен обмен с внешней памятью.

Для данной задачи эти этапы должны быть выполнены последовательно (пока информация не введена, она не может быть обработана, пока она не обработана – нечего выводить и т.д.). Ввод и вывод – это работа медленных механических устройств, скорость работы которых практически не сопоставима с быстродействием процессора (600 перфокарт в минуту и 1 млн. операций в секунду).

Организация эффективной работы ЭВМ очевидно состоит в сведении к минимуму простоев устройств ЭВМ, а в особенности центрального процессора. Но поскольку для одной задачи этого сделать невозможно в силу последовательности процесса обработки информации, то путь один – так организовать работу ЭВМ, чтобы на ней обрабатывалось одновременно несколько задач, совмещаясь во времени различными этапами (одна задача вводит, другая выводит, третья выполняет программу, четвертая обменивается информацией и т.д.).

Такая обработка программ на ЭВМ называется мультипрограммной или просто мультипрограммированием. Организация мультипрограммирования – это главное, что обеспечивает программа-диспетчер.

Максимальная производительность ЭВМ очевидно будет достигнута при такой организации, когда все устройства ЭВМ все время работают одновременно по выполнению заданий различных задач.

Как правило, при организации мультипрограммирования на БЭСМ-6 ставится скромная задача – обеспечить работу центрального процессора без простоев, а точнее свести их к минимуму. Коэффициент загрузки центрального процессора – основной показатель качества программы диспетчера.

Программа-диспетчер является составной частью более сложной программы, которая носит название операционная система (ОС).

ОС БЭСМ-6 ставит своей задачей помимо организации мультипрограммирования обеспечить с помощью специальных служебных программ независимость программ пользователей от специфики работы внешнего оборудования и комплектности ЭВМ.

Программе пользователя, работающей в математическом режиме, предлагается иметь дело не с физической аппаратурой БЭСМ-6, а некоторой виртуальной ЭВМ БЭСМ-6, по структуре совпадающей с физической БЭСМ-6. Определяется способ представления информации на внешних носителях (перфокарт и перфолент), правила формирования пакета перфокарт данной задачи и т.д. Все обращения к внешним устройствам программа пользователя производит через экстракоды, в информационных словах которых в строго определенных форматах передаются соответствующие параметры в операционную систему.

ОС БЭСМ-6, таким образом, должна обеспечить отображение нескольких виртуальных машин, соответствующих программам пользователя, на реальное физическое оборудование БЭСМ-6.

Интересно, что ОС БЭСМ-6 организует мультипрограммную работу виртуальных машин, суммарные ресурсы которых превосходят физические ресурсы БЭСМ-6. Например, с помощью так называемой «подкачки» любая программа, работающая в мультипрограммном режиме, может использовать 32К памяти ОЗУ. А для некоторых ОС - больше 32К).

Структурно ОС БЭСМ-6 состоит из набора служебных программ, специальных таблиц, информационных полей и специальных программ (блоков), организующих мультипрограммирование.

Служебные программы обеспечивают своеобразный интерфейс между математической программой и соответствующим оборудованием, организует работу с устройствами ЭВМ на физическом уровне. К некоторым устройствам БЭСМ-6 (например, МБ или МЛ) может образоваться очередь из математических заявок (заказов). В этом случае служебная задача организует эти очереди, следит за продвижением в них и, используя возможности аппаратуры, стремится максимально распараллелить выполнение заказов. Существуют служебные программы ввода, печати, обмена и т.д. Обслуживание некоторых устройств может требовать нескольких служебных задач.

Итак, в распоряжении диспетчера ОС БЭСМ-6 несколько служебных и математических задач. Каждая имеет свой приоритет. Служебные задачи имеют более высокий приоритет, чем математические программы. Каждая задача имеет специальное поле для упрятывания различной информации, характеризующей данную задачу, в том числе копии различных регистров ее – это т.н. информационное поле задачи (ИПЗ). Служебные задачи имеют фиксированные ресурсы, ресурсы математической задачи определяются ее паспортными данными.

Диспетчер организует работу нескольких задач (служебных и математических). В данный момент, естественно, активна только одна задача, самого высшего приоритета. Другие ждут своей очереди.

Все задачи работают в режиме открытого прерывания. Это значит, что при выполнении команд любой программы может произойти прерывание (программное или аппаратное). Специальный блок анализа соответствующего прерывания произведет так называемую обработку прерывания, то есть произведет изменение тех или иных таблиц и шкал, а затем либо сделает отметку о необходимости работы той или иной служебной задачи, либо вернется к прерванной программе.

Таков механизм мультипрограммирования на БЭСМ-6.

Организация мультипрограммирования – главная задача ОС, с помощью которой, используя все аппаратные возможности БЭСМ-6, можно стремиться к максимальной производительности БЭСМ-6.

Но кроме этого ОС БЭСМ-6 выполняет другие функции и в частности организует максимально удобную форму использования аппаратных возможностей БЭСМ-6 со стороны математических программ, а также обеспечивает необходимый сервис для обслуживающего персонала ЭВМ БЭСМ-6 (стратегия и планирование прохождения задач; сбор и обработка разнообразной статистики по работе устройств БЭСМ-6 в мультипрограммном режиме; «разговор» с оператором – человеком на языке операторских директив и ответов ОС о ситуации на машине).

III. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭВМ БЭСМ-6

В предыдущем разделе рассматривалась одна из составных частей общего внутреннего программного обеспечения (ВПО) ЭВМ БЭСМ-6 – ОС БЭСМ-6.

Другой составной частью ВПО являются системы автоматизации программирования (САП).

САП – это средство автоматизации труда программиста. САП предоставляет программисту-пользователю разнообразный набор языков более высокого уровня по сравне-

нию с машинным и возможность на более высоком уровне работать на различных этапах решения своей задачи (работа с текстом исходной программы, отладка, работа с библиотеками и т.д.).

Структурно для многих ЭВМ ОС и САП формально объединяются в единый программный комплекс, работающий, так сказать, на одном уровне. Особенностью программного обеспечения ЭВМ БЭСМ-6 является то, что ОС и САП работают как бы на разных этажах. ОС БЭСМ-6 имеет в распоряжении весь набор аппаратных средств БЭСМ-6, включая и «привилегированные» оборудование и команды. САП БЭСМ-6 не используют «привилегированных» средств. Связь САП с реальным оборудованием БЭСМ-6 происходит через экстракоды.

Итак, структура программно-аппаратного комплекса БЭСМ-6 такова: 1-ый нижний уровень – аппаратура БЭСМ-6, 2-ой – ОС БЭСМ-6, 3-ий – САП БЭСМ-6 (естественно, на этом уровне может работать и программист на языке машины, но в практике программирования на БЭСМ-6 это практически не встречается), 4-ый – пользователь какой-либо системы программирования.

Такое изображение ВПО БЭСМ-6 в виде многоэтажного здания дает лишь общее представление о структуре ВПО. В действительности можно себе представить (и это реально имеет место) более сложное взаимодействие программиста – пользователя через посредника в виде ВПО с БЭСМ-6. Особенностью программного обеспечения БЭСМ-6 является также то, что БЭСМ-6 имеет не одну САП, а набор независимых САП (рис. 1).

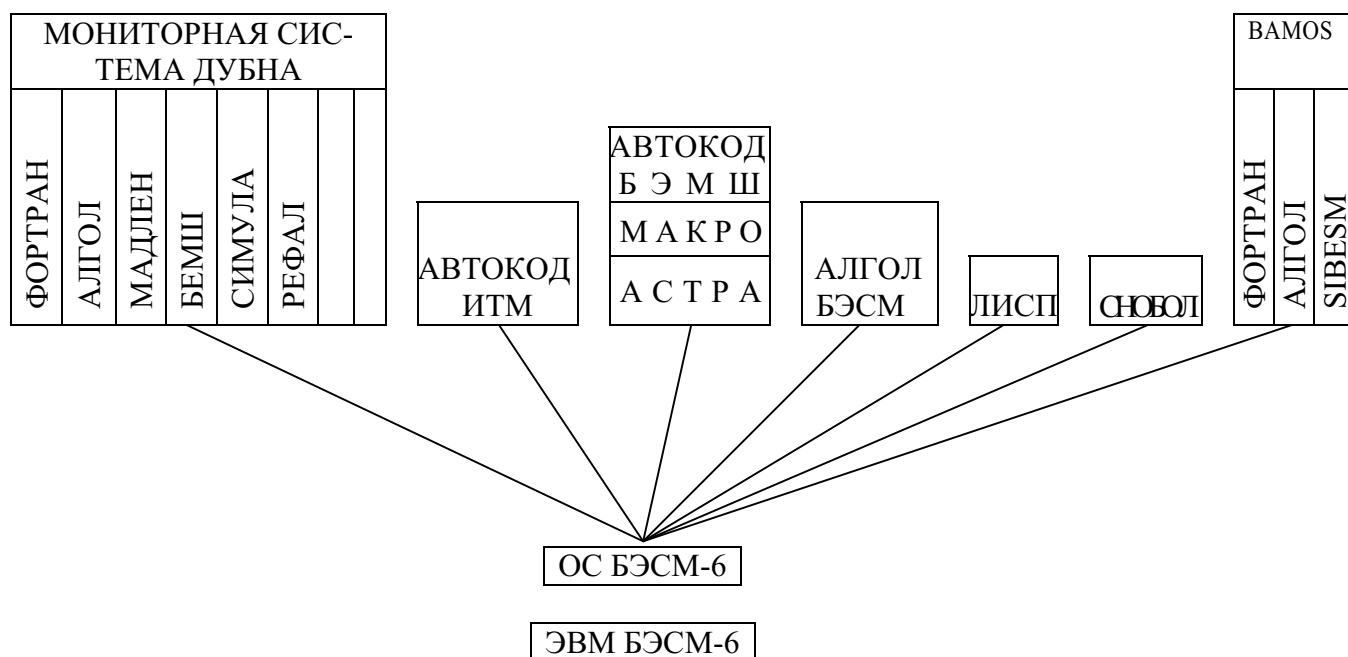


Рис.1

Каждая САП – это не только транслятор с входного языка и библиотека стандартных алгоритмов на входном языке, но и фактически управляющая (мониторная) система, которая организует управление прохождением данной задачи в соответствии с управляющими директивами (картами). Естественно, что для различных САП набор таких управляющих директив различен: в одних – это всего лишь несколько директив, задающих некоторые режимы трансляции, а в других – довольно разнообразный язык управляющих директив.

Познакомимся кратко с организацией САП на примере 2-х наиболее популярных на БЭСМ-6 систем программирования.

Система БЭСМ-АЛГОЛ (разработка ВЦ АН СССР под руководством В.М. Курочкина) имеет один входной язык и транслятор с него.

Входной язык системы БЭСМ-АЛГОЛ включает в себя язык АЛГОЛ-60, отличающийся от эталонного в основном количественными ограничениями, учитывающими специфику БЭСМ-6, а также – оператор-код, который позволяет программисту-пользователю использовать при составлении программ не только средства АЛГОЛа, но и машинный язык БЭСМ-6. Транслятор производит компиляцию с входного языка непосредственно на язык БЭСМ-6. Имеются различные режимы запуска программы (непосредственный запуск рабочей программы после трансляции, запись оттранслированной программы в специальный архив, выдача специальной информации при трансляции – исходный текст, таблицы идентификаторов, рабочей программы и т.д.). Все эти режимы задаются специальными управляющими картами.

Пользователь системы БЭСМ-АЛГОЛ может использовать библиотеку процедур АЛГОЛа, включающую около 200 алгоритмов, может организовать собственную библиотеку процедур. В его распоряжении архив программ на входном языке (на МЛ и МД) и средства редактирования этих программ.

Другая САП под названием «Мониторная система «Дубна»» отличается прежде всего разнообразием входных языков (ФОРТРАН, АЛГОЛ, АВТОКОД, СИМУЛА, РЕ-ФАЛ). Программа пользователя этой системы состоит из сегментов. Каждый сегмент в общем случае может быть запрограммирован на одном из входных языков системы. Соответствующий транслятор системы произведет компиляцию на некий промежуточный язык загрузки и поместит оттранслированную программу в так называемую временную библиотеку. А затем специальная программа-загрузчик, обработав связи сегментов, соберет рабочую программу, которую уже может выполнить БЭСМ-6. В мониторинной системе имеется общая библиотека стандартных программ, и если при компиляции встречались обращения к ним, то система поместит соответствующие стандартные алгоритмы на языке загрузки во временную библиотеку.

Мониторная система «Дубна» имеет развитый язык управляющих директив, с помощью которого программист может вызывать соответствующие трансляторы, работать с индивидуальной библиотекой, выдавать (или запрещать выдачу) разнообразные листинги, перфорировать программы, а также редактировать программу на входном языке и помещать ее в специальный архив.

В последнее время на БЭСМ-6 активно развивается телеобработка. Создано несколько диалоговых систем. Диалоговую систему можно рассматривать как своеобразную систему программирования со специфическими средствами доступа к ЭВМ со стороны программиста через терминал. Как правило, диалоговая система на БЭСМ-6 имеет архив, куда программист может помещать произвольные тексты и, в частности, тексты своих программ на входных языках трансляторов БЭСМ-6. Имеется редактор для работы с текстами, средства запуска соответствующего транслятора с данным текстом. Некоторые диалоговые системы «умеют» входить в режим диалога во время выполнения программы (например, система «ПУЛЬТ»), некоторые диалоговые системы используют терминал только для сборки программ, изменения ее и запуска в решение, как обычной пакетной задачи.

IV. КРАТКИЙ ОБЗОР ОС БЭСМ-6

Для БЭСМ-6 было создано несколько операционных систем.

Первоначально с БЭСМ-6 поставлялась ОС под названием ОС Д-68.

Основные характеристики ОС Д-68:

- мультипрограммирование для трех задач пользователей,
- статическое распределение ОЗУ между задачами (задача вводилась при условии, если имелось свободное пространство ОЗУ для ее размещения),
- вводимые и выводимые устройства обслуживались в реальном времени без буферизации,

- управление прохождением задач со стороны оператора осуществлялось через приказы, набираемые на специальном инженерном пульте в виде двоичных констант.

ОС Д-68 обеспечивала стандартный состав оборудования БЭСМ-6 (ОЗУ – 32К или 64К, 16 МБ, 32 МЛ, ВВОД с перфокарт и перфоленты, вывод на АЦПУ и перфоленту, обмен между ОЗУ и терминалом). В последствии был разработан дисковый вариант ОС Д-68.

До 1971 года ОС Д-68 было основной на БЭСМ-6. В результате эксплуатации выявились ее слабые места и серьезные резервы аппаратуры БЭСМ-6 для организации более эффективной обработки информации.

Были созданы 2 новых операционных системы ОС «ДИСПАК» и ОС «ДУБНА» (другие названия этой системы ДД-71, ДД-73), которые за счет более высоких характеристик постепенно вытеснили ОС Д-68.

Наибольшее распространение получила ОС «ДИСПАК», разработанная группой системных программистов во главе с Тюриным В.Ф.

Основные характеристики ОС «ДИСПАК»:

- мультипрограммирование для 4-х задач пользователя,
- динамическое распределение ОЗУ между задачами по алгоритму «подкачка»,
- буферизация вводимой и выводимой информации, которая позволяет уменьшить простой центрального процессора из-за ожидания устройств ввода-вывода, а также организовывать планирование стратегии выбора в решение задач пользователя,
- управление работой системы со специальных операторских терминалов с помощью приказов оператора на русском языке,
- протоколирование работы системы,
- обзор и обработка разнообразной статистической информации по работе устройств и задач пользователей,
- построение системы по модульному принципу с выделением так называемых резидентов, возможность генерировать ОС для данной конфигурации БЭСМ-6.

ОС «ДИСПАК» помимо всего прочего очень удобна для персонала, эксплуатирующего БЭСМ-6, поскольку предоставляет разнообразную необходимую информацию о работе ЭВМ БЭСМ-6, и о работе пользователей, позволяет планировать загрузку ЭВМ БЭСМ-6 и производить учет и отчетность прохождения задач.

Дальнейшее развитие ОС было связано с вводом в эксплуатацию дисковой памяти.

Появилась дисковая версия ДОС «ДИСПАК» (ДИАПАК).

По сравнению с ОС «ДИСПАК» в дисковой версии было введено:

- мультипрограммирование для 16 задач,
- аппарат для организации работы с терминалами,
- виртуальная барабанная память,
- базовые возможности: набор экстракодов, позволяющих строить сложные произвольные структуры обработки информации и, в частности, на уровне пользователя строить частную ОС или программу с параллельными процессами и ресурсами большими, чем 32К.

В ОС «ДИСПАК» были введены дополнительные нерезиденты по обслуживанию дисплея «ВИДЕОТОН-340», графопостроителей и линий связи БЭСМ-6 с другими ЭВМ.

В ДОС ДИСПАК (ДИАПАК) возможна работа комплекса из 3-х БЭСМ-6 с общей дисковой памятью, имеется проект, реализующий работу 3-х БЭСМ-6 с общей дисковой и оперативной памятью.

Развитие ОС определяло неуклонное повышение производительности ЭВМ БЭСМ-6. Так в ВЦ АН СССР среднесуточная производительность БЭСМ-6 соответственно для ОС Д-68, ОС «ДИСПАК» и ОС «ДИАПАК» исчислялась в 150 задач, 400 задач, 600 задач при 21 часе работы БЭСМ-6 в сутки.

Следует упомянуть еще 2 ОС для БЭСМ-6 – ОС ИПМ и ОС НД-70. Эти, так называемые большие ОС, до настоящего момента не нашли широкого применения у многих

пользователей, очевидно, из-за невысоких эксплуатационных качеств и неотлаженности систем, хотя по объему заложенных в них логических возможностей и структуре они представляют определенный интерес. В некоторых ВЦ используются подмножества этих универсальных больших систем для организации конкретных режимов эксплуатации (например, диалоговая система ОС ИПМ).

В настоящее время основными производственными операционными системами у пользователей являются ОС «ДИАПАК» (или ДОС «ДИСПАК») – примерно на 80% БЭСМ-6, ОС «Дубна» – примерно на 20% БЭСМ-6.

Оригинальная ОС была разработана в ГДР для БЭСМ-6 – ОС «ВАМОС». По производительности ОС «ВАМОС» немного уступает ОС «ДИСПАК». В целях адаптации и обеспечения использования программ и программных пакетов, разработанных в ГДР, была проведена работа по привязке к ДОС «ДИСПАК» системы программирования «ВАМОС». Сейчас с ДОС «ДИСПАК» работает еще одна САП - ВАМОС, в которой имеется хорошо оптимизирующие трансляторы с АЛГОЛа и ФОРТРАНа (по предварительным измерениям оптимизирующий транслятор с ФОРТРАНа-ГДР дает рабочую программу в 2,5 – 3 раза более быструю, чем существующий транслятор).

V. НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

ЭВМ БЭСМ-6 до настоящего времени являлась самой мощной ЭВМ в нашей стране. Оригинальность структуры БЭСМ-6 и разнообразное программное обеспечение затрудняет отнести ЭВМ БЭСМ-6 категорично к определенному поколению ЭВМ.

Бесспорно, ЭВМ БЭСМ-6 полностью удовлетворяет всем требованиям предъявляемым к ЭВМ 2-го поколения. В части аппаратной ЭВМ БЭСМ-6 – транзисторная машина с развитой системой ввода-вывода и довольно-таки большим объемом запоминающих устройств. Программное обеспечение ЭВМ БЭСМ-6 предоставляет пользователю разнообразные входные языки - от машинно-ориентированных до языков высокого уровня. Основной режим эксплуатации ЭВМ – пакетная обработка без доступа программистов-пользователей в машинный зал.

Но с другой стороны и аппаратная архитектура ЭВМ БЭСМ-6, и ее программное обеспечение, и способы ее применения делают возможным по некоторым элементам программно-аппаратного комплекса ЭВМ БЭСМ-6 говорить об этой ЭВМ, как о ЭВМ 3-го и даже 4-го поколения.

БЭСМ-6 имеет своеобразную архитектуру, обеспечивающую совмещение выполнения машинных операций, имеются: сверхбыстрая оперативная память для команд и чисел в виде регистров, развитая система прерываний, разнообразная система команд, в том числе подмножество операций работающих в привилегированном режиме, независимая от центрального процессора связь оперативной памяти по 6 каналам. Все эти особенности, характерные для ЭВМ более поздних поколений. Кроме того, на БЭСМ-6 имеется разнообразное «нестандартное» внешнее оборудование – графопостроители, дисплеи, некоторые специальные устройства. Подключение «нестандартного» (то есть не входящего в серийный комплект БЭСМ-6) оборудования, как правило, сопряжено с разработкой специального интерфейса.

Отсутствие универсального канала для подсоединения такого рода устройств можно считать недостатком БЭСМ-6. Отчасти именно поэтому довольно большое распространение имеют комплексы из ЭВМ. Известны работы по связи БЭСМ-6 с ЭВМ типа БЭСМ-4, М-220, М-222, Минск-32, М-6000, ЕС 1020 и некоторыми другими ЭВМ. Как правило, такие комплексы преследуют цель разгрузить мощный процессор БЭСМ-6 от обслуживания специфической периферии, привязанной к малым ЭВМ. Проектируются работы по созданию сетей ЭВМ с участием БЭСМ-6. О работающем комплексе из 3-х БЭСМ-6 упоминалось выше.

Программное обеспечение ЭВМ БЭСМ-6 отличается не только разнообразием входных языков систем программирования, но также и разнообразием средств доступа к ресурсам ЭВМ (пакетная обработка, телеобработка, работы в реальном времени); предоставляет эксплуатирующему персоналу необходимый сервис по обслуживанию аппаратуры, учету, отчетности и планированию прохождения задач.

Все большее значение приобретает использование диалоговых систем. Вот список диалоговых систем на БЭСМ-6: ПУЛЬТ, ДИМОН, МУЛЬТИТАЙП, МУЛЬТИДОСТУП, диалоговая система на базе ОС ИПМ. В качестве терминала в основном на БЭСМ-6 используется «Видеотон-340». Имеется опыт телеобработки на БЭСМ-6 с использованием связи по телефонным линиям с применением специальных модемов.

Следует отметить высокие эксплуатационные качества БЭСМ-6, особенно центрального процессора (ЦП). Например, среднее время бессбойной работы ЦП БЭСМ-6 составляет часов ≈ 200 .

Серийное программное обеспечение, поставляемое заводом-изготовителем вместе с БЭСМ-6, отличается высокой степенью отлаженности и, следовательно, надежностью.

Как недостаток программного обеспечения, можно отметить отсутствие единой системы автоматизации программирования (а наличие нескольких независимых САП) и отсутствие единого архива. Хотя «Мониторная система «Дубна»», включающая довольно большой спектр языков (автокоды, ФОРТРАН и АЛГОЛ, языки символьной обработки информации) имеет тенденцию стать основной и универсальной САП на БЭСМ-6.

При всем этом не следует забывать об основной мощности ЭВМ БЭСМ-6: среднее быстродействие около 1 млн. операций в секунду при объеме ОЗУ от 32К до 128К 48-разрядных слов.

ЭВМ БЭСМ-6 до настоящего времени успешно конкурирует с другими мощными ЭВМ отечественного производства. Для сравнения приведем таблицу сравнения производительности некоторых ЭВМ, взятую из (8). В этой работе сравниваются производительности ЭВМ с помощью простой программы на машинном языке для простой формулы $S = (A^3_{ij} - B^3_{ij}) / (A^2_{ij} - B^2_{ij})$, $i, j = 1, 2, \dots, 100$. В таблице имеются времена счета пяти вариантов с различными значениями и типами. Сокращения в таблице обозначают: Е – одинарная точность, Д – двойная, Ц – целые числа, П – вещественные.

задача	Время счета в секундах						
	БЭСМ-6	ЕС-1050		АСВТ		ЕС-1030	
		Е	Д	Е	Д	Е	Д
1Ц	62	104	120	350	900	550	1800
1П	58	120	149	400	950	550	1900
2Ц	49	72	92	350	850	550	1750
2П	39	72	92	350	850	600	1900
3Ц	55	92	112	400	1100	700	2300
3П	46	88	112	400	1100	750	2500
4Ц	70	104	128	600	1300	900	2550
4П	61	104	128	600	1250	850	2750
5Ц	125	156	192	1050	2150	1450	4200
5П	110	160	196	1100	2150	1450	4500

Можно предположить, что ЭВМ БЭСМ-6 в ближайшие несколько лет будет активно использоваться (наряду с другими мощными ЭВМ нового поколения) и в научных работах, и в экономике. Этому во многом способствует общая высокая производительность и надежность работы как аппаратного, так и программного обеспечения, а также разнообразие последнего.

Литература

1. Техническая документация для БЭСМ-6.
2. Л.Н.Королев, В.Н.Иванников, А.Н.Томилини. Функции диспетчера операционной системы. Т. вычислительной математики и математики физики 8, №6, 1968г.
3. Инструкция по программированию на БЭСМ-6, М., 1967, АН СССР ИТМ и ВТ.
4. Математическое обеспечение БЭСМ-6, выпуск 1, Курочкин В.М. и др. Система БЭСМ-АЛГОЛ, под ред. Копытова М.А. и Курочкина В.М., М., 1974.
5. Г.Л.Мазный. Мониторная система "Дубна". Под ред. А.В.Веретенкова, И.Н.Силина, В.П.Ширикова. Дубна, 1971.
6. Язык ФОРТРАН. Под ред. Ширикова В.П. Дубна, 1970.
7. В.Ф.Тюрин и др. ОС Диспак для БЭСМ-6. Вып. 1 (пользователю и системному программисту), М., 1973 (АН СССР, ИПМ).
8. С.А.Усов и М.Г.Чайковский. Сравнение производительности БЭСМ-6 и ЕС 1050 на некоторых простых задачах. М., 1974 (АН СССР, ИПМ, ИТМ и ВТ)
9. Королев Л.Н. Современные ЭВМ и структура математического обеспечения. М., "Наука", 1974.
10. Развитие программного обеспечения БЭСМ-6. Сборник. М., 1975 (АН СССР, ВЦ).
11. Развитие аппаратного обеспечения БЭСМ-6. Сборник. М., 1975 (АН СССР, ВЦ).
12. Программное обеспечение ЭВМ БЭСМ-6. Библиографический указатель литературы по БЭСМ-6. Под редакцией М.А.Копытова и Е.Ф.Липатовой. М., 1974 (АН СССР, библиотека по естественным наукам ОЛ МИ им. Стеклова, ВЦ).