

# ИСТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР

## 1. Техника и технология вычислительного дела

Ю. В. Метляев

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,  
630090, Новосибирск, Россия

---

УДК 004.3

Рассмотрены исторические аспекты освоения и развития первых отечественных ЭВМ на примере их использования в Новосибирском научном центре.

**Ключевые слова:** вычислительная техника, история науки и техники, технология решения задач, эффективность работы машин.

History of computers' settling and development of domestic computers on the example of their exploitation in Novosibirsk computing system is discussed.

**Key words:** computing systems, history of science and technology, technology of problems' solving, computer efficiency.

На данном этапе развития вычислительной техники и информатики (начало XXI в.) целесообразно, на наш взгляд, обратиться к истории появления первых ЭВМ, первых систем программирования, рассказать о темпах и направлениях их развития, а также о практике их использования. В Новосибирском академгородке, в частности в Вычислительном центре СО АН СССР (в настоящее время это Институт вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ) СО РАН), накоплен уникальный опыт становления, смены, развития и практического использования достаточно широкого спектра средств вычислительной техники в интересах многопрофильного научного центра.

История сравнительно коротка (всего около 30 лет), но по-своему показательна и представляет определенный интерес на фоне стремительно развивающегося технического прогресса в области вычислительной техники и информатизации. Первая попытка публикации такого материала (в ограниченном тираже) была предпринята в тематическом сборнике ИВМиМГ (ВЦ) СО РАН, посвященном страницам его истории. В нескольких статьях этого сборника объемно и разносторонне освещены все аспекты пройденного пути. В настоящей работе основное внимание уделено техническим проблемам освоения и эксплуатации ставших уже историей ЭВМ, рассматриваются также вопросы организации вычислительного процесса в условиях многомашинного комплекса коллективного пользования. Вопросам разработки и модернизации оборудования, которые также велись в Вычислительном центре, будет уделено внимание во второй части данной работы.

### 1. НАЧАЛО. ПЕРВАЯ ЭВМ

Исторически создание Сибирского отделения АН СССР (1957 г.) практически совпало с появлением первых серийных ЭВМ. Уже через два года после образования Института

математики здесь появилась первая ЭВМ М-20, которая была установлена в построенном к тому времени здании Института геологии и геофизики. Это была одна из первых отечественных ЭВМ так называемого первого поколения, обладавшая следующими техническими характеристиками:

— элементная база — электронные лампы, ферритовые сердечники, магнитные барабаны, магнитные ленты;

— скорость вычислений — 20 000 операций в секунду;

— формат машинных регистров (слов, команд) — 45 разрядов;

— объем оперативной памяти — 4096 слов, цикл обращения — 6 мкс;

— занимаемая площадь — около 100 м<sup>2</sup>;

— потребляемая мощность — около 70 кВт.

Математические характеристики машины (система команд, формат представления чисел и команд, средства программирования) позволяли выполнять набор основных арифметических действий, набор логических операций, операций управления процессом решения задачи, команд управления внешними накопителями и устройствами. Например, 45-разрядная арифметическая команда содержала три 12-разрядных адреса оперативной памяти (адреса двух операндов и адрес записи результата операции), 6-разрядный код операции, три одноразрядных признака модификации соответствующих адресов (модификация осуществлялась путем сложения адреса и содержимого индексного регистра).

В качестве внешних накопителей использовались четыре магнитных барабана (емкостью 4096 слов каждый, четыре магнитофона бескассетной магнитной ленты). Ввод задач осуществлялся с перфокарт с помощью щеточного считывающего устройства, результаты выводились на узкую цифровую печать или на карточный перфоратор (рис. 1).

Первыми пользователями ЭВМ М-20 стали сотрудники Института математики, которые быстро научились перекладывать исходную запись счетной задачи в коды машины, что и означало “запрограммировать задачу”. Так возник коллектив математиков-программистов, на первом этапе выполнявших роль посредников по отношению к научным работникам, которым требовалось решение задачи на машине. С самого начала был организован круглосуточный режим работы, создано несколько дежурных смен в составе инженера, электрика и оператора, которые отвечали за работоспособность машины в свою смену. Сначала каждый математик или программист совместно с оператором ЭВМ полностью контролировали процессы ввода, решения и вывода результатов каждой задачи. По мере роста числа задач и приобретенного опыта формировался текущий пакет задач с соблюдением определенной очередности, и уже дежурный оператор самостоятельно обеспечивал их решение. Таким образом зарождалась некая технология вычислительного процесса на ЭВМ.



Рис. 1. ЭВМ М-20

Главной проблемой практического использования первой ЭВМ являлась ненадежность ее работы. Частые отказы электронных ламп, сбои в работе магнитных барабанов и магнитных лент, механические поломки в устройствах считывания перфокарт и распечатки

результатов — все это требовало постоянного надзора со стороны обслуживающего персонала и создавало много трудностей.

В то же время уже на первой стадии эксплуатации машины были начаты некоторые разработки, целью которых являлось повышение устойчивости и эффективности ее работы. В частности, были начаты работы по проектированию специализированной приставки — “машины ввода-вывода”, предназначенной для разделения и совмещения по времени быстрых операций решения задач и медленных операций ввода-вывода. Другое направление было связано с разработкой специальной программы учета решаемых задач, сбора статистики и далее — системы контроля и диспетчеризации вычислительного процесса. Была создана специализированная система быстрого обнаружения неисправных ламповых ячеек.

Таким образом, с самого начала вокруг первой ЭВМ сложилась своеобразная обстановка, связанная с новой техникой, новыми возможностями, новыми проблемами.

Все приходилось начинать “с нуля”. Это и кадры, и порядок работы, и технология решения задач, и множество чисто организационных проблем. Сам факт появления первой ЭВМ в только что образованном в Сибири научном центре получил некий символический резонанс. Например, все значимые и даже обычные делегации, посещающие Академгородок, удостоивались экскурсии на “неведомую” ЭВМ: правительственная делегация во главе с Н. С. Хрущевым, делегация из Финляндии во главе с президентом У. Кекконеном, делегация космонавтов во главе с Г. Титовым и др. Всех удивляли размеры машины с тысячами электронных ламп, хаотично мигающий множеством огней пульт управления и даже звуковое сопровождение циклического ритма счета задач (существовала специальная задача, во время выполнения которой создавался эффект звучащей мелодии). Это была новизна, молодость, энтузиазм. Было настоящее Начало.

## 2. ОСНОВНЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

**2.1. Образование Вычислительного центра при Институте математики.** Первый вычислительный центр на уровне отдела был образован при Институте математики, созданном по инициативе акад. С. Л. Соболева, одного из основателей Новосибирского академгородка. Это произошло сразу после принятия решения о выделении СО АН целевым образом первой ЭВМ М-20 и передаче ее Институту математики. В связи с этим начался процесс формирования соответствующего коллектива, прежде всего обслуживающего персонала (инженеров, операторов, электриков) путем обучения их на специализированных ускоренных курсах при образованном в Академгородке университете. Из числа выпускников различных вузов страны были привлечены несколько специалистов по вычислительной технике и программированию. Так сложился коллектив первого вычислительного центра. Руководителем технического подразделения стал Г. П. Макаров, коллектив математиков-программистов работал под руководством А. П. Ершова. Все, что было выполнено за первый период существования этого центра (1958–1963 гг.) и кратко описано в п. 1, было выполнено этим коллективом и в значительной степени определило его будущее.

**2.2. Образование Вычислительного центра как самостоятельного научного института.** В начале 1964 г. по инициативе Г. И. Марчука в Сибирском отделении АН СССР был создан Вычислительный центр (ВЦ), который с самого начала приобрел статус научного института. ВЦ получил вычислительную технику, находившуюся в распоряжении вычислительного центра — отдела Института математики, его сотрудниками стали члены сформировавшегося к тому времени инженерно-технического коллектива этого подразделения. В целом это событие коренным образом изменило общую ситуацию в плане развития

вычислительной техники, а также положило начало развитию вычислительных технологий в интересах всех институтов Новосибирского научного центра. Основопологающим принципом на уровне Президиума Сибирского отделения был избран принцип централизации основных (наиболее мощных и дорогостоящих) средств вычислительной техники в едином научно-техническом центре с целью обеспечения наиболее эффективного режима их загрузки и использования. Более того, дирекция ВЦ отказалась от бюджетных средств на развитие вычислительной техники. Эти средства были переданы в другие институты, а ВЦ обязался их зарабатывать (по отдельным договорам), предоставляя институтам доступ к централизованным вычислительным ресурсам.

Уже в первый год существования Вычислительного центра в новом здании были установлены три ЭВМ М-20, существенно расширен штат обслуживающего персонала, основные усилия которого были направлены на организацию круглосуточного режима решения пользовательских задач. Одновременно происходил процесс формирования ряда научных подразделений для разработки и распространения новых вычислительных методов решения конкретных прикладных задач, в частности таких задач, с которыми сталкивались математики в других институтах Сибирского отделения.

Был образован отдел программирования, который сыграл очень важную роль в разработке теоретических основ машинного программирования, а также конкретных программных инструментов (алгоритмических языков программирования, трансляторов, операционных систем и др.).

В институте сформировался коллектив разработчиков, нацеленных на выполнение различных работ по модернизации и адаптации оборудования, на создание оригинальных устройств и систем вычислительной техники [1]. При этом ряд наиболее объемных и оригинальных работ имел комплексный характер и оформлялся в виде отдельных проектов.

**2.3. Создание Главного производственного вычислительного центра.** На определенной стадии развития (в конце 70-х гг.), когда увеличение объема технического оборудования и численный рост обслуживающего персонала (в рамках научного института) достигли некоторого предела, был образован Главный производственный вычислительный центр (ГПВЦ) как самостоятельное хозрасчетное предприятие. Большая часть оборудования была передана на его баланс, определились структура этого центра и его устав. Предоставляемые услуги (машинное время, техническое обслуживание и др.) приобрели статус товара, появились материальные стимулы работы. Все это явилось мощным импульсом для подъема профессионального уровня обслуживания машин и предоставляемых услуг. Вся сформированная структура (общая численность — около 300 человек) была подчинена достижению одной цели, что положительно отразилось на результатах. Главное — на практике была отработана технология решения широкого круга задач на ЭВМ в условиях многомашинного вычислительного комплекса коллективного пользования. Следует отметить, что это был уникальный и престижный вычислительный центр, о чем свидетельствует хотя бы тот факт, что получаемые с завода перфокарты были снабжены его логотипом. Первым директором ГПВЦ стал О. В. Москалев, много сделавший для создания центра и его становления.

**2.4. Большие перемены.** Период “расцвета” ВЦ и ГПВЦ, а также рост уровня имевшихся в то время технических средств и вычислительных технологий пришлось на начало 80-х гг. На тот же период пришелся и резко возросший темп развития вычислительной техники и новых информационных технологий. Традиционная техника и ее базовые элементы менялись на глазах. Поэтому уже к началу 90-х гг. назрела необходимость смены морально устаревающего оборудования (по причинам энергоемкости, низкой производительности,

ненадежности, громоздкости). Особенно это касалось ЭВМ ЕС на фоне появившихся сравнимых по мощности мини-ЭВМ, а также в связи с революционным процессом внедрения персональных компьютеров, обладавших практически всеми возможностями ЭВМ БЭСМ-6 в настольном варианте. Необходимо также отметить, что в это же время застойные процессы в стране привели к общему техническому отставанию. Все это в целом не могло не повлиять на судьбу уже сложившихся организационных и технологических построений. В 1990 г. ГПВЦ был преобразован в научный Институт вычислительных технологий (ИВТ), из ВЦ выделился самостоятельный Институт систем информатики (ИСИ), ВЦ был переименован в Институт вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ). Таким образом закончилась начальная история отечественной вычислительной техники. Конечно, развитие и прогресс не остановились, появились новые технологии и новое оборудование, но это уже другая история.

### 3. ХРОНОЛОГИЯ УСТАНОВКИ И СМЕНЫ ЭВМ

Для наглядности общая картина развития парка ЭВМ в Вычислительном центре Сибирского отделения приведена на схеме, где во временном масштабе показаны моменты установки и снятия всех машин, побывавших в здании центра (рис. 2). В качестве комментария уместно сделать несколько замечаний общего характера.

1. За рассматриваемый период (1960–2000 гг.) сменилось три поколения ЭВМ (ламповые, полупроводниковые, машины на интегральных схемах), общий парк ЭВМ насчитывал около 20 машин среднего и высшего класса, более 20 мини-ЭВМ.

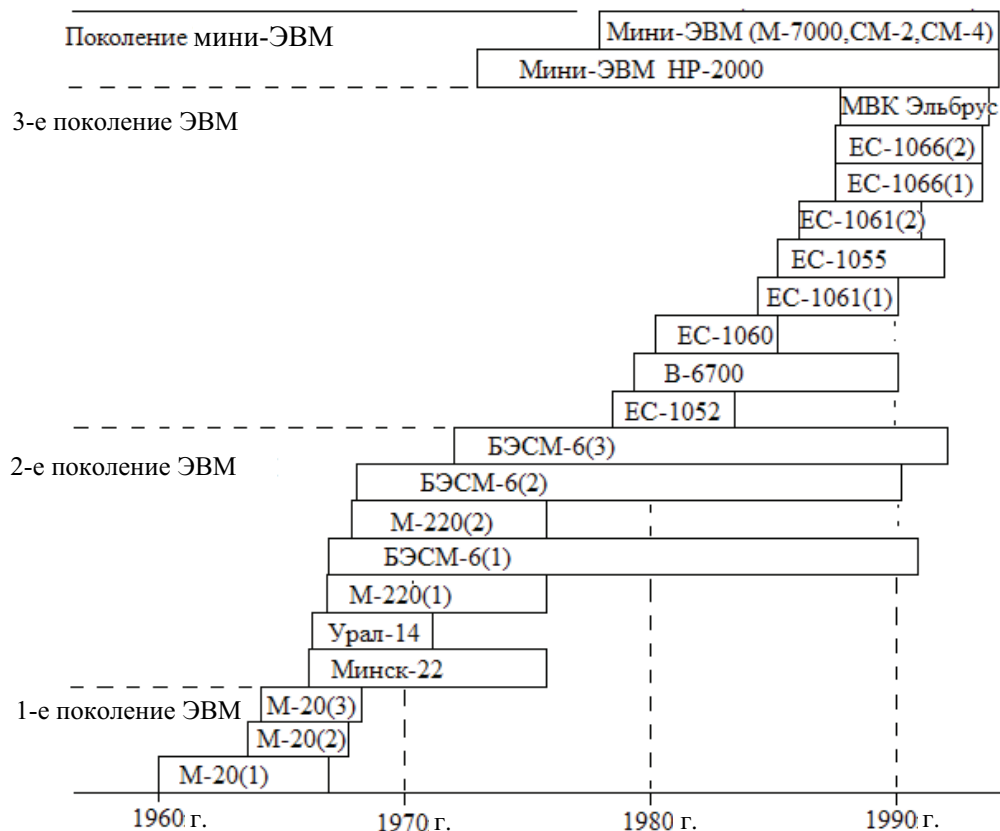


Рис. 2. Временная диаграмма установки и смены ЭВМ в ВЦ ННЦ

2. Отмечается короткий срок жизни ламповых машин первого поколения, сравнительно длительный срок службы ЭВМ БЭСМ-6, большая номенклатура машин третьего поколения (ЭВМ ЕС) и частая их смена.

3. Сам факт появления в 1967 г. первой ЭВМ БЭСМ-6 с ее фантастической для того времени производительностью (1 млн операций в секунду) символизировал качественный прорыв в процессе развития вычислительных технологий.

4. Внедрение новой техники в виде машин ЭВМ ЕС не дало ожидаемого эффекта, более того, символизировало стагнацию и закат отечественной вычислительной техники.

5. В конце 70-х гг. появились мини-ЭВМ, прежде всего машина фирмы “Хьюлетт Паккард” (HP-2000), а затем большое количество отечественных машин различного типа (М-6000, М-7000, СМ-2, СМ-4 и др.).

6. Особого внимания заслуживает факт длительного сосуществования ЭВМ БЭСМ-6 и ЭВМ ЕС как машин разных поколений и разных по востребованности.

Ниже данные общие замечания рассматриваются более подробно с позиций практического использования этого значительного парка ЭВМ различного типа.

#### 4. ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

Работоспособность перечисленного выше вычислительного оборудования обеспечивалась прежде всего техническим персоналом. Его формирование началось с момента монтажа первой ЭВМ (несколько техников и инженеров), в дальнейшем каждая смена поколений машин и рост их числа сопровождались соответствующим ростом кадрового состава технических подразделений и их квалификации. Точнее, усилия технического персонала были направлены на решение следующих основных проблем.

С момента установки первой ЭВМ М-20 был организован круглосуточный режим работы (несколько рабочих смен). Низкая надежность первых ламповых машин требовала постоянного присутствия инженерного персонала, работа которого фактически определялась частотой отказов оборудования. Далее, по мере появления более сложных машин второго и третьего поколений и по мере увеличения их числа отрабатывалась и более сложная технология их обслуживания. В итоге была создана система, нацеленная главным образом на предупреждение сбоев в работе оборудования. Ее суть заключалась прежде всего в проведении планового профилактического обслуживания — своеобразной чистки оборудования и прогонки тестовых задач в критических режимах работы машин. В результате удалось значительно повысить общую работоспособность машин и обеспечить более комфортные условия работы математиков или пользователей ЭВМ.

Много внимания уделялось поддержке оптимальных параметров атмосферы в машинных залах (температуры, влажности, чистоты и вентиляции воздуха). Для обеспечения необходимых условий использовалась достаточно громоздкая система кондиционирования и вентиляции воздуха. Проблема усугублялась тем, что вычислительное и технологическое оборудование приходилось размещать в помещениях, не приспособленных для этих целей, специализированных зданий в то время еще не было.

Большое влияние на стабильность работы машин оказывало также состояние системы внешнего электропитания. Частые скачки напряжения, аварийные отключения, колебания частоты генерации создавали большие проблемы. Не дал должного эффекта и ряд принятых защитных мер (дублирование вводного фидера электропитания, использование частотных преобразователей и мотор-генераторов).

Другая важная техническая проблема была связана с внутренней надежностью отдельных машин. Имеется в виду целый ряд факторов, таких как: совокупная надежность электроники, отказы в контактных соединениях, погрешности проектирования, интенсивность режимной загрузки и др. Как показала практика, режим работы машины существенно зависит от программного диспетчера или операционной системы, а также от реального потока решаемых задач. Чем шире класс решаемых задач и чем выше степень мультиобработки, тем выше вероятность появления сбоев в работе машины вследствие усложнения внутренних программно-аппаратных процессов.

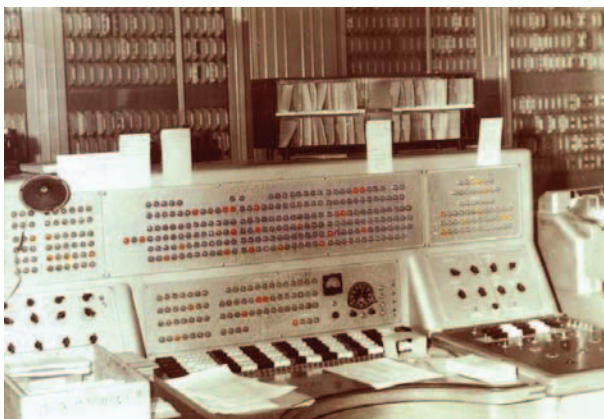


Рис. 3. Пульт управления и индикации ЭВМ М-20

Таким образом, инженерно-техническому персоналу приходилось решать достаточно сложные технические проблемы, а часто и задачи комплексного характера, что требовало участия системных программистов. На основе полученного в процессе эксплуатации машин различного типа и поколений опыта можно сделать несколько выводов.

1. Ламповые машины первого поколения имели низкую надежность, что обусловлено большим количеством используемых электронных ламп и громоздкостью самих машин (см. рис. 1, 3). Однако именно это обстоятельство позволило инженерному коллективу накопить опыт, пригодившийся в дальнейшем для решения еще более сложных задач. Учиться и повышать квалификацию приходилось в процессе выполнения текущей работы и по мере появления новой техники.

2. Полупроводниковые машины второго поколения (М-220, Минск-22, БЭСМ-6) обладали более высокой надежностью и более высокой производительностью (скорость вычислений БЭСМ-6 достигала 1 млн операций в секунду) (рис. 4–6). Тем не менее, как показала практика, такой вывод нельзя сделать в отношении следующего, третьего поколения машин, в частности машин так называемой единой системы (ЭВМ ЕС). Кроме того, необходимо отметить, что перечисленные машины второго поколения — это чисто отечественные разработки, а машины ЕС — копии зарубежного так называемого совместимого ряда машин фирмы ИБМ.

3. Из всего парка машин по надежности и сроку жизни необходимо выделить БЭСМ-6 (рис. 6–8). Комплекс из трех таких машин находился в эксплуатации в течение более 20 лет

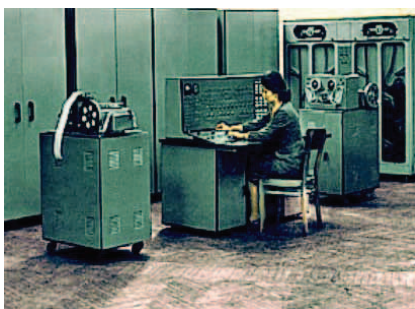


Рис. 4. ЭВМ Минск-22



Рис. 5. ЭВМ М-220

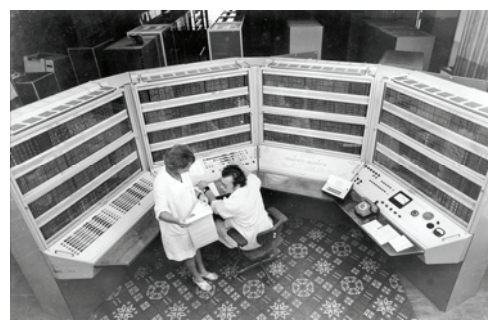


Рис. 6. ЭВМ БЭСМ-6

и по техническим и производственным показателям значительно превосходил другие машины и комплексы. Прежде всего, следует обратить внимание на рациональность внутренней структуры этих машин, в которой функциональная сложность и объем оборудования сочетаются с надежностью базовых элементов и конструктивов. Имеется в виду применение токовых ключей на полупроводниковых триодах, раздельное исполнение логических (пассивных) и силовых (активных) схемных элементов, а также применение оригинального (двустороннего) способа монтажа стоек. Эти машины отличались компактностью и уникальной системой индикации всех активных элементов.

4. При освоении машин третьего поколения (в основном ЭВМ ЕС) возник ряд сложных проблем (рис. 9–11). Одной из таких проблем является другая идеология проектирования машин, нацеленная на создание единого ряда машин различного класса с совместимой системой команд. Это означало, что программа, написанная на некотором универсальном машинном языке, могла быть выполнена на любой машине этого единого ряда. Такой универсализм породил множество технических проблем при проектировании и эксплуатации машин. Машины низшего класса оказались перегружены и в

отношении оборудования и за счет того, что ряд сложных команд выполнялся программными средствами. Машины более высокого класса с достаточно развитой и унифицированной системой команд, полностью реализованной аппаратными средствами, отличались громоздкостью, несмотря на применение в качестве элементной базы малогабаритных интегральных схем. Обращает на себя внимание и заложенная при проектировании внутренняя организация этих машин со сравнительно небольшой оперативной памятью (8–32 Мбайт) и



Рис. 7. Запоминающие устройства на магнитных барабанах ЭВМ БЭСМ-6



Рис. 8. Архивная дисковая память комплекса ЭВМ БЭСМ-6



Рис. 9. В зале оборудования ЭВМ ЕС



Рис. 10. ЭВМ ЕС-1061

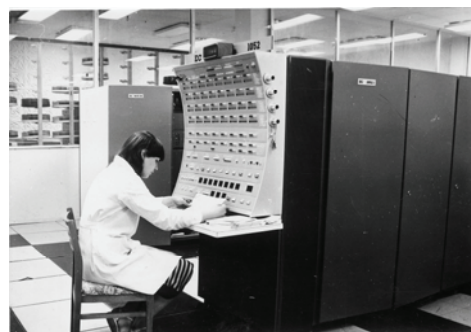


Рис. 11. ЭВМ ЕС-1052

значительной по объему, но довольно медленной внешней памятью на магнитных дисках с подвижными головками доступа к информации (для сравнения — в ЭВМ БЭСМ-6 использовались меньшие по объему, но более быстрые магнитные барабаны с фиксированными головками, и только на следующем уровне — магнитные диски). В результате в машинах типа ЕС значительная нагрузка (частота обращения) приходилась именно на магнитные диски с подвижными головками, особенно в условиях полной загрузки машины в мультипрограммном режиме при обработке непрерывного потока задач. Сыграл свою роль и тот факт, что скопированная зарубежная разработка была реализована на базе отечественной технологии. Общая машинная идеология и ее “закрытость” оказали влияние на негативное восприятие этого класса машин обслуживающим персоналом, да и сложившимся к тому времени кругом пользователей.

5. В то же время необходимо обратить внимание на сравнительно большое число ЕС различного типа и класса, которые были установлены и прошли полный цикл эксплуатации. Первые две модели (ЕС-1052, ЕС-1060) оказались настолько ненадежными, что послужили скорее тренировочным полигоном и для технического персонала, и для программистов и математиков. Все попытки наладить на базе этих машин какой-либо приемлемый процесс решения потока задач заканчивались неудачами. Поэтому вскоре они были заменены на две ЭВМ ЕС-1061 и далее на две ЕС-1066, которые оказались более технологичными, что позволило организовать более упорядоченный процесс решения задач в пакетном режиме. Однако как только загрузка машин достигала некоторого предела, появлялись новые проблемы, связанные в большей степени с внедрением диалоговых систем доступа множества пользователей к ЭВМ. В этом случае машина переводилась в так называемый режим разделения времени (режим глубокой мультиобработки), когда в обработке находилось одновременно множество задач и, следовательно, резко возрастала нагрузка на дисковую память — самое слабое звено этих машин. И еще одна проблема: внутренняя технология обработки задач в большинстве случаев требовала наличия индивидуальных дисковых накопителей, и это быстро привело к резкому росту общего их числа. В результате возникли новые проблемы, связанные с увеличением числа дисководов, совместимостью дисковых пакетов, ростом сбоев и зависаний и в целом с организацией всего вычислительного процесса.

Особо отметим ЭВМ ЕС-1055. По производительности ее можно отнести к среднему классу. По надежности работы оборудования она превосходила все другие машины этой серии и использовалась в основном для реализации баз данных и информационных систем.

6. Только в конце 80-х гг. появился уникальный многопроцессорный вычислительный комплекс МВК “Эльбрус” как итог затянувшегося развития или, скорее, трансформации отечественных машин линии БЭСМ, но уже с учетом зарубежных достижений вычислительной техники. Появились отдельные новые элементы следующего поколения машин: большие интегральные схемы, полупроводниковая оперативная память, многопроцессорность, жидкостная система охлаждения. В то же время остались традиционные внешние устройства: магнитные диски, магнитные ленты, перфокарты, перфоленты. МВК “Эльбрус” (первая модификация данной серии машин) просуществовал в Вычислительном центре сравнительно недолго и использовался в несколько изолированном и ограниченном режиме.

7. На общий процесс развития вычислительных технологий повлияло и появление в конце 70-х гг. первых мини-ЭВМ. Первой появилась зарубежная мини-ЭВМ HP-2000, которая позволила оценить возможности этого класса машин и их роль в общем вычислительном деле. Далее появился целый ряд разнообразных серий мини-машин: М-6000, М-7000, СМ-2 (рис. 12) — первые отечественные машины, близкие по структуре к линии машин фирмы



Рис. 12. Мини-ЭВМ СМ-2



Рис. 13. Мини-ЭВМ Электроника-25

НР. СМ-4, Электроника-25 (рис. 13) — другая, более поздняя линия машин, фактически полная копия машин фирмы PDP. Машин этого класса использовались в основном в двух направлениях: 1) в качестве основы для создания локальных (лабораторных) комплексов; 2) в качестве основы для разработки специализированных устройств или систем комплексирования более мощных ЭВМ, а также для организации периферийных центров концентрации терминалов и предварительной обработки информации.

8. На общую эффективность восприятия результатов счетных задач оказало влияние появление графопостроителей. Был создан автономный комплекс из нескольких графопостроителей различного типа, отработана соответствующая технология отрисовки графиков. Эти возможности широко использовались пользователями.

## 5. О ТЕХНОЛОГИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Необходимость регулирования процедуры допуска математиков к ЭВМ возникла практически при появлении первых машин. При увеличении парка рабочих ЭВМ и их производительности спрос на доступ к машинам только увеличивался и всегда превышал реальные возможности. В этих условиях организационные вопросы приобретали все большее значение. В итоге была выработана достаточно сложная технология организации вычислительного процесса в условиях многомашинного комплекса коллективного пользования [2].

Процесс решения задач на ЭВМ в общем случае представляет собой последовательность операций: формулирование задачи или определение алгоритма ее решения, написание программы, отладка задачи на ЭВМ (как правило, за несколько попыток), решение задачи на ЭВМ (возможно многократное использование одной программы при различных данных). Сами задачи можно классифицировать по различным признакам: по времени счета, по объему требуемой оперативной или внешней памяти и т. д., что и послужило основой для регулирования и оптимизации порядка пропуска задач на ЭВМ для наиболее полной загрузки. Точнее, при формировании пакета задач или фактически очередности их пропуска на машинах использовался достаточно широкий набор характеристик:

- заказанное время счета;
- тип задачи (отладка, счет, трансляция, доступ к банкам данных и др.);
- требуемый объем оперативной памяти;
- требуемые программные инструменты (трансляторы, стандартные программы обработки, банки данных, интерпретаторы);



Рис. 14. В операционном зале ЭВМ БЭСМ-6



Рис. 15. У стеллажа выдачи результатов в операционном зале ЭВМ БЭСМ-6



Рис. 16. В боксе дисковой памяти

— заказываемые внешние накопители (магнитные диски, ленты) и внешние устройства (печать, перфолента, графопостроители);

— заказываемый тип ЭВМ или конкретный адрес машины.

На основании этих данных в условиях многомашинного вычислительного комплекса коллективного пользования формировался обобщенный поток решаемых задач. На практике это осуществлялось соответствующими специализированными службами на основе выработанных критериев и технологических инструментов. В условиях постоянного дефицита машинного времени обеспечивалась полная (стоцентная) загрузка машин, что является плюсом с точки зрения их использования, но минусом с позиций пользователей, ожидающих доступа к машине. Известно, что для любой системы массового обслуживания (системы с очередями) существует некоторый оптимальный уровень загрузки (в пределах 75–85%) исполнительных приборов (машин), т. е. всегда необходимо иметь резерв, в данном случае — машинного времени. Следует сразу признать, что достигнуть такого оптимума в реальной обстановке не удавалось. Как только такой резерв появлялся, например после установки новой ЭВМ, математики тут же увеличивали свои расчетные матрицы, либо увеличивалось число задач. В таких условиях оптимизацию приходилось наводить в большей степени за счет проведения организационных и технологических мероприятий. Среди них можно выделить те, которые были реально осуществлены и принесли немалый эффект:

— введение единого порядка приема задач и выдачи результатов, реализованного путем организации операционного зала, куда были вынесены все внешние устройства ввода-вывода и установлены стеллажи приема задач в виде пачек перфокарт и стеллажи для выдачи результатов в виде распечаток на АЦПУ или графических рисунков (рис. 14–16);

— постоянное информирование пользователей о состоянии отдельных машин и прохождении их задач с помощью вынесенных световых табло;

— разделение общей очереди задач на дневной пакет (в основном короткие и отладочные задачи) и ночной пакет (в основном отлаженные счетные задачи);

— разделение задач по приоритетным признакам (срочные, дежурные, фоновые);

— специализация машин по признаку их функциональной ориентации (счет, банки данных);

— проведение плановых профилактик технического оборудования по возможности в нерабочее для пользователей время (выходные дни).

Были испытаны и другие подходы и средства, нацеленные на повышение общей эффективности использования существующего парка машин, которые в большей степени имели экспериментальный характер.

В процессе отработки данной технологии вырабатывались и различные критерии или показатели качества работы машин и обслуживания пользователей, в частности:

— коэффициент технического использования (КТИ) как отношение времени готовности машины к работе к продолжительности ее пребывания во включенном состоянии (например, КТИ ЭВМ БЭСМ-6 составлял 80–90 %, КТИ ЭВМ ЕС — 60–70 %);

— время наработки на отказ как отношение времени счета к числу отказов (сбоев) в течение суток (например, для ЭВМ БЭСМ-6 этот показатель достигал более 15 ч, для ЭВМ ЕС — не более 8 ч).

Выработанная в течение длительного периода эксплуатации достаточно обширного и разнотипного парка ЭВМ технология организации вычислительного процесса в итоге приобрела законченный вид и сыграла большую роль в становлении вычислительного дела в Новосибирском научном центре, о чем могут свидетельствовать некоторые значимые в этом плане усредненные показатели:

- число обслуживаемых организаций — 80;
- общее количество пользователей (абонентов) — 1200;
- среднее число решаемых задач в сутки — 1400;
- количество выдаваемых графиков в сутки — 300;
- стоимость часа машинного времени (на ЭВМ БЭСМ-6 — 116 руб.);
- потребляемая мощность установленного оборудования (ЭВМ, холодильные установки, вентиляция) — 800 кВт.

Следует отметить, что описанная выше технология касается так называемого режима пакетной обработки задач на ЭВМ, когда пользователь не имеет прямого доступа к машине (общение происходит только через оператора). Только в 80-х гг. появились первые (в большей степени экспериментальные) системы прямого дистанционного доступа к отдельным машинам, оснащенным необходимыми средствами. Однако такие системы не получили широкого применения и вместе с описанным здесь классом машин ушли в прошлое.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

История вычислительной техники сравнительно коротка. Развитие техники и технологии идет феноменально нарастающими темпами, особенно в последние десятилетия. Описанные в данной работе три первых десятилетия истории ЭВМ — это чуть больше половины общей истории, а различие с современным уровнем развития вычислительной техники настолько велико, что трудно даже дать сравнительное описание. Полностью сменились базовые технические средства, изменились вычислительные технологии и средства связи и общения с суперЭВМ и компьютерами. Современный пользователь-математик имеет на своем рабочем месте персональный компьютер, превышающий по своим возможностям на несколько порядков все описанные в данной работе ЭВМ, но, как и раньше, ему чего-то не хватает, и опять требуется “апгрейд”. Как правило, персональный компьютер подключен к локальной или глобальной сети и имеет выход на суперЭВМ, базы данных, поисковые системы и другие многочисленные информационные системы.

В данной работе рассмотрены только технические и технологические вопросы, связанные с эксплуатацией оборудования и обслуживанием пользователей ЭВМ. В то же время в Вычислительном центре велись разработки, нацеленные на повышение эффективности использования оборудования и на развитие сервисных средств обслуживания пользователей. Эти материалы будут опубликованы во второй части работы.

## Список литературы

1. МОСКАЛЕВ О. В., ЧИСТЯКОВ А. И. Вычислительная техника и вычислительный центр // За науку в Сибири. 1970. № 23.
2. МЕТЛЯЕВ Ю. В. ЭВМ для всех // Наука в Сибири. 1986. № 3.

*Метляев Юрий Валентинович — канд. техн. наук, науч. сотр. Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН; тел.: 330-65-79*

Дата поступления — 21.07.2010