

Підкорювач діджітального космосу

Текст Володимир Тучков

Ілюстрації Віктор Коваль

СуперКомп'ютери "Суперкомп'ютери" № 1(1) весна 2010

Зараз в це непросто повірити, але у вітчизняній історії існував період, коли ми були попереду планети всієї не тільки в області балету і підкорення космосу. У 1960-ті роки минулого століття радянське комп'ютеробудування, змагаючись з американським, часом випускало найпотужніші в світі машини. І основна заслуга в цьому належить академіку Сергію Олексійовичу Лебедеву, творцеві легендарних ЕОМ сімейства "БЭСМ".

Енергія для диктатури пролетаріату

Він народився 2 листопада 1902 року в Нижньому Новгороді в сім'ї вчителя-народовольця Олексія Івановича Лебедева. У 1928 році Сергій Олексійович Лебедев закінчив МВТУ ім. Баумана і залишився викладати в училищі на кафедрі електротехніки. Паралельно з цим його прийняли молодшим науковим співробітником у Всесоюзний електротехнічний інститут ім. Леніна (ВЕІ). Однак до комп'ютерів справа дійшла лише майже 20 років по тому.

Радянська Росія, яка затіяла грандіозну індустріалізацію, гостро потребувала електроенергії, а не в ефемерних машинах, необхідність яких спростовували армією рахівників, які хвацько клацати кісточками рахівниць і крутили ручки арифмометрів "Фелікс".

Через два роки після отримання диплома Лебедев вступив на посаду завідувача лабораторією електричних мереж в ВЕІ. У 33 роки став професором. У 1938 році був призначений науковим керівником грандіозного проекту по створенню рекордної за потужністю і дальності ЛЕП Куйбишев-Москва. Лебедев демонстрував не тільки наукову обдарованість, але й людську мужність. У 1937 році він прийняв до себе в лабораторію звільненого з сусіднього відділу "про всяк випадок" талановитого вченого Андроніка Гевондовіча Іосіф'яна, який був "небезпечний" в зв'язку з тим, що його батько був вірменським священиком і дашнаком; безстрашно відбив у завзятих кадровиків і молодого вузівського випускника Анатолія Володимировича Нетушила, який написав в анкеті, що він підтримує зв'язок з батьком, який числиться "ворогом народу".

З початком війни Лебедев переключився на військову проблематику. У евакуйованому в Свердловськ ВЕІ він займався створенням механізму стабілізації танкової гармати під час руху машини, а також авіаційними торпедами, самонавідними на випромінюючі або що відображають надводні цілі. Крім основної роботи необхідно було ще й виїжджати на лісозаготівлі, де за 11-годинний робочий день професор зі своїм колегою Дмитром

Веніаміновичем Свечарніком за допомогою дворучної пилки валили по сотні дерев.

Перші кроки на дотик

Радянські вчені зайнялися розробкою ЕОМ майже на 10 років пізніше своїх західних колег. У Великобританії в 1943 році був запущений перший у світі ламповий комп'ютер Colossus, що призначався для дешифрування перехоплених німецьких радіограм. У Пенсільванському університеті США в 1946 році був запущений 30-тонний монстр ENIAC з 18 тисячами ламп всередині, що пожирав 150 кВт електроенергії. Слідом за цим пенсільванці приступили до створення більш досконалої моделі UNIVAC, що з'явилася на світ в 1951 році.

Західне комп'ютеробудування розвивалося стрімко: одна за одною народжувалися британські ЕОМ EDSAC (1949) і Ferranti Mark (1951) і американські Whirlwind-1 (1951) і IBM 701 (1952).

Лебедев, який розпочав розробку цифрових обчислювачів, виявився в ролі наздоганяючого. До того ж інформація про західні комп'ютери практично була відсутня, оскільки перші машини призначалися для вирішення мілітаристських завдань. Починати йому довелося практично з нуля. У 1945 році Сергія Олексійовича обирають дійсним членом АН УРСР, і він з сім'єю переїжджає з Москви до Києва, де обіймає посаду директора Інституту енергетики АН УРСР. Тут він продовжує займатися своєю передвоєнною тематикою до травня 1947 року. І нарешті, очоливши Інститут електротехніки АН УРСР, приступає до справи всього свого життя.

Восени 1948 року Лебедев почав створювати Малу електронну лічильну машину (МЕЛМ) (російською мовою - Малую электронную счетную машину МЭСМ), яка повинна була стати прототипом більш серйозної машини. Велика літера "М" на перших порах розшифровувалась як "макет". Саме на МЕЛМ, не маючи належного "стартового капіталу", лабораторія лічильної техніки відпрацьовувала принципи роботи лампової ЕОМ.

Блок-схему розробив сам Лебедев. Як потім з'ясувалося, він в точності відтворив класичну схему фон Неймана: арифметичний пристрій, пристрій управління, оперативна пам'ять, зовнішній пристрій і пристрої введення-виведення інформації.

В якості зовнішньої пам'яті використовувався магнітний барабан на 5000 слів. Введення інформації проводилося з перфокарт або зі штекерного комутатора, виведення здійснювалося на електромеханічний друкуючий пристрій або на фотографічний пристрій, який відображає результати на фотоплівці.

Оперативна пам'ять МЕЛМ складалася з 31-го 17-розрядного тригерного регістра даних, представлених у формі з фіксованою комою, і 20-розрядних регістрів команд. Система команд була трьохадресною. Швидкодія становила 3000 коротких операцій за хвилину. Більше для макета

й не було потрібно. Машина споживала 25 кВт і була зібрана на 6 тис. електронних ламп.

Монтаж і налагодження макета тривали до кінця 1950 року. МЕЛМ виявилася на 12 тис. ламп "легше" американського первістка.

А на наступний рік держкомісія прийняла машину без будь-яких нарікань.

Але до цього моменту Лебедев вже "жив на два будинки".

Удар ниже пояса

У 1948 році в Москві було створено Інститут точної механіки та обчислювальної техніки (ІТМ і ОТ) АН СРСР. Його директором став Микола Григорович Бруєвич, фахівець з аналогової техніки. Тому інститут спочатку був зорієнтований на розробку методів наближених обчислень і дослідження в області диференціальних аналізаторів. Однак в середині 1950 року Бруєвича змінив Михайло Олексійович Лаврентьев, який переконливо обгрунтував в листі Сталіну необхідність розвитку в країні цифрової обчислювальної техніки.

Однак, прийшовши до інституту, Михайло Олексійович виявив, що в його стінах відсутні стратегічні ідеї, без яких неможливе створення принципово нової техніки, а головне – практично немає фахівців, здатних такі ідеї генерувати. Знаючи про прорив, який відбувся в Києві, він запросив Лебедева очолити за сумісництвом лабораторію №1 ІТМ і ОТ. У найкоротші терміни треба було створити ЕОМ для розробки і виробництва ядерної зброї. Вона отримала назву Велика електронна лічильна машина "БЭСМ" (російською мовою - Большая электронная счетная машина БЭСМ).

Існує легенда, згідно з якою Лебедев привіз до Москви з Києва схему ЕОМ, намальовану на пачках з-під цигарок "Казбек". Насправді ж він приїхав з дюжиною товстих зошитів, в яких були не тільки промальовані найважливіші вузли, але найчастіше і конкретизовані електричні схеми – аж до показників деяких номіналів елементів, що входять до них. Були навіть тимчасові діаграми роботи пристроїв при виконанні тих чи інших операцій. Природно, був готовий і список необхідних машинних команд. По суті, це була ескізна документація, призначена для виготовлення макета.

Коли Сергій Олексійович перебрався з родиною до Москви в 1951 році, роботи по "БЭСМ" істотно прискорилися. Він виявляв чудеса працездатності. Лебедев був заступником директора, читав лекції на відкритій "під нього" кафедрі обчислювальної техніки в МФТІ і тримав руку на пульсі фінальних робіт по задачі МЕЛМ. Щодня завлаб засиджувався на роботі до 3-4 годин ночі. Він не тільки обговорював з колегами схемні рішення, не тільки керував процесом, але і "промацував" вузли ЕОМ осцилографом, брав в руки паяльник і терпляче перепаяював осередки. Коли техніки намагалися допомогти йому, він незмінно відповідав: "Сам зроблю!" і доводив справу до кінця.

У 1949 році з ініціативи тодішнього директора ІТМ і ОТ Бруєвича для допомоги академічному інституту було підключено Міністерство

машинобудування і приладобудування СРСР. У науково-виробничий колектив увійшли СКБ-245, НДІ "Счетмаш" і Завод лічильно-аналітичних машин (САМ).

Однак контрагенти повелися віроломно. У 1950 році вони заявили міністру Петру Івановичу Паршину, що самі хотіли б зробити ЕОМ. І що для цього є і промислові потужності, і творчий потенціал – в СКБ-245 провідним фахівцем був прийнятий Башир Іскандерович Рамєєв (згодом – доктор технічних наук), обдарований інженер без вищої освіти, справжній самородок, з 1948 року займався теоретичними дослідженнями в області ЕОМ. І міністр підписав наказ про розробку ЕОМ "Стріла". До етапу створення дослідних зразків "БЭСМ" і "Стріла" прийшли ніздря в ніздрю. Але при цьому шанси виграти "гонку озброєнь" у СКБ-245 були невеликі. "Академічна" машина повинна була виконувати 10 тис. операцій за секунду, в той час як "міністерська" дотягувала лише до двох тисяч.

Однак міністерство завдало конкуруючій фірмі удар нижче поясу. Для досягнення закладеної конструкторами швидкодії необхідно було укомплектувати "БЭСМ" 39 потенціалоскопа, на яких була спроектована динамічна оперативна пам'ять. Міністерство заявило, що потенціалоскопів (електронно-променеві трубки, аналогічні телевізійним кінескопам) для "БЭСМ" в наявності немає, оскільки промисловість випустила лише партію, необхідну для укомплектування "Стріли".

В результаті "БЭСМ" стала схожа на спринтера, якому до ноги прив'язали величезну гирю. Потенціалоскопи довелося терміново замінювати громіздкою і надзвичайно повільною пам'яттю на акустичних ртутних лініях затримки.

У квітні 1953 року "БЭСМ" була прийнята Держкомісією в експлуатацію. Одночасно з цим було прийнято рішення про серійне виробництво "Стріли". Навіть і в "ртутному" своєму вигляді "БЭСМ" не тільки не поступалася "Стріли", але і перевершувала її за цілим рядом параметрів. Наприклад, по надійності: в "БЭСМ" було використано лише 5 тис. ламп, в "Стрілі" – майже 7 тис., "БЭСМ" споживала 35 кВт, "Стріла" – 150 кВт. Та й уявлення чисел в СКБ обрали досить архаїчне – двійково-десятькове з фіксованою комою... Якби в "БЭСМ" вдалося реалізувати заплановану швидкодію, вона стала б найшвидкіснішою на той момент машиною в світі.

У 1953 році Лебедев став директором ІТМ і ОТ, а також був обраний дійсним членом АН СРСР.

Півтора роки по тому повторна комісія прийшла до висновку про перевагу "БЭСМ" над "Стрілою", і дітище ІТМ і ОТ нарешті стали комплектувати потенціалоскопа. "БЭСМ" в 1956 році була визнана кращою в Європі і порівнянню з обчислювальною потужністю з кращими американськими зразками.

А в 1958 році, коли пам'ять на ЕПТ замінили на феритову, ємністю 2048 39-розрядних слів, нову модифікацію "БЭСМ" запустили в серію.

Перший мільйон конструктора

Удосконалення наявних і випуск нових моделей ЕОМ в ІТМ і ОТ був розпаралелений. Одночасно з доведенням "БЭСМ" Лебедев працював над створенням М-20 з продуктивністю 20 тис. операцій за секунду. Робота над нею почалася в 1955 році. Лебедеву, який займався ідеологією машини, "асистували" новоспечений доктор фізико-математичних наук Михайло Романович Шура-Бура (програмне забезпечення) і молодий вчений Петро Петрович Головистиков (створення електричних схем).

Коли питання з "БЭСМ" зависло, Сергій Олексійович сподівався на те, що супершвидкісну М-20 вдасться запустити раніше, ніж менш потужну модель. Через технічні проблеми час було згаяно, і М-20, прийнята в серійне виробництво в 1958 році, виявилася не найшвидшою машиною в світі. До цього часу в США з'явилася IBM NORC, яка також робила 20 тис. операцій за секунду. На цій підставі розробникам не дали Ленінську премію.

В М-20, як, в принципі, і в будь-якій лебедєвській розробці, були використані революційні рішення. Так, наприклад, за рахунок оригінальної структури і унікального набору машинних команд в М-20 вдалося організувати обмін інформацією з повільним зовнішнім запам'ятовуючим пристроєм – магнітним барабаном – таким чином, що барабан грав роль віртуальної оперативної пам'яті, який не гальмував процес обчислення. Принциповою новизною відрізнялася і модифікація адрес операндів. Вражає і те, що в М-20 були використані 1600 ламп, а в IBM NORC – 6000. З 1958 по 1964 рік було випущено 20 машин, які успішно експлуатувалися в найбільших обчислювальних центрах аж до середини 1970-х років.

За безпосередньої участі Лебедева в різні роки було розроблено більше десятка спеціалізованих ЕОМ для комплексів ПРО.

Але головним шедевром Лебедева стала його цілком "публічна" розробка – суперкомп'ютер другого покоління "БЭСМ-6", який вдалося розігнати до 1 млн. операцій за секунду.

До його проектування академік разом з Володимиром Андрійовичем Мельниковим і Львом Миколайовичем Корольовим приступив в 1959 році.

У 1966-му машина пройшла приймальні випробування, а через два роки почався її серійний випуск. З 1968 по 1987 роки було вироблено 355 радянських суперкомп'ютерів, що забезпечували рішення найрізноманітніших завдань: наукових, управлінських, оборонних. Саме система на базі "БЭСМ-6" забезпечувала обробку телеметрії під час спільної космічної експедиції "Союз-Аполлон".

Для середини шістдесятих років минулого століття "БЭСМ-6" була майже рекордсменом. Вона в два рази перевершувала за швидкістю легендарну IBM 7030 (Stretch) і програвала лише одній єдиній машині в світі – CDC 6600, розробленої Сеймуром Креєм.

Ефективність "БЭСМ-6" пояснюється тим, що головний конструктор традиційно застосовував в розробці кілька принципових нововведень, які раніше не зустрічалися в обчислювальній техніці. Ось лише їх частина:

конвеєрний принцип, що дозволяє паралельно виконувати декілька послідовних команд; сторінкова організація пам'яті, за рахунок чого здійснюється одночасне звернення до ОЗП декількох пристроїв чи процесів; кеш на 16 слів з витісненням використаних даних в магазинну область ОЗП; використання дворядного коду в суматорі (сума і порозрядні переноси); гнучка система переривань; окремий суматор для модифікації адрес команд.

До всього іншого "БЭСМ-6" була першою радянською машиною, зданої з потужним матзабезпеченням, що включало в себе не тільки мультипрограмне ОС і транслятори Алгола і Фортрана, а й пакет прикладних програм. Останньою розробкою Лебедева став суперкомп'ютер "Ельбрус". Однак в експлуатацію машину здавали вже без нього: 3 липня 1974 року Сергія Олексійовича не стало. Його ім'я присвоєно ІТМ і ОТ РАН.

Технические данные БЭСМ-6	
ТАКТОВАЯ ЧАСТОТА	10 МГц
БЫСТРОДЕЙСТВИЕ	1 млн операций в секунду
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ	
ДАННЫХ	50-разрядный двоичный код, плавающая запятая
ОБЪЕМ	
ФЕРРИТОВОГО ОЗУ	от 32К до 256К в последующих модификациях
КОЛИЧЕСТВО	
ЭЛЕМЕНТОВ	60 тыс. транзисторов и 180 тыс. диодов
СИСТЕМА КОМАНД	одноадресная, 15 разрядов на адрес
ВРЕМЯ СЛОЖЕНИЯ	1,1 мкс
ВРЕМЯ УМНОЖЕНИЯ	1,9 мкс
ВРЕМЯ ДЕЛЕНИЯ	4,9 мкс
ПОТРЕБЛЯЕМАЯ	
МОЩНОСТЬ	30 кВт
ЗАНИМАЕМАЯ	
ПЛОЩАДЬ	150–200 кв. м
ПЕРИФЕРИЯ	магнитные барабаны, накопители на магнитных лентах, устройства ввода-вывода на перфокартах и перфолентах, АЦПУ, электрифицированная печатающая машинка, впоследствии – магнитные диски

Для середини шістдесятих років минулого століття "БЭСМ-6" була майже рекорсменом. Вона в два рази перевершувала за швидкістю легендарну IBM 7030 (Stretch) і програвала лише одній єдиній машині в світі – CDC 6600, розробленої Сеймуром Кресм.