



## РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЗЕЛЕНОГРАДЕ: Неизвестные суперЭВМ

Б.Малашевич  
mbm@angstrom.ru

Драматическая история развития отечественной вычислительной техники (ВТ) не может быть полной и объективной без ее зеленоградских страниц, охватывающих период с 1964 года и до наших дней. Они отражают историю создания суперЭВМ, мини-ЭВМ и мини-систем, первых в стране микропроцессоров и микроЭВМ, персональных и школьных ЭВМ, бортовых компьютеров. Мы представляем читателям цикл статей, рассказывающих об этих уже во многом забытых событиях, о машинах и людях, их создававших. Цель публикации — не только показать, что было, но и проанализировать причины, по которым судьба многих выдающихся образцов ВТ была столь отличной от их заокеанских собратьев. Важно отметить, что предлагаемые статьи представляют собой журнальный вариант отдельных глав книги "ЗЕЛЕНОГРАДСКИЕ СТРАНИЦЫ. Из истории отечественной вычислительной техники", которую автор готовит к изданию.

Первая статья посвящена малоизвестным суперЭВМ, разработанным в Зеленограде в начале 70-х годов. Кто сегодня помнит, что в Зеленограде были созданы суперЭВМ 5353 и "41-50", а их внедрению и дальнейшему развитию помешали отнюдь не технические причины?

### ЗЕЛЕНОГРАД, ЦЕНТР МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

8 августа 1962 года в подмосковном городе-спутнике, названном через полгода Зеленоградом, Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР был создан Центр микроэлектроники (позже Научный центр — НЦ) Министерства электронной промышленности (МЭП). Одной из задач НЦ было определено: «Разработка принципов конструирования ... ЭВМ на основе микроэлектроники ...». Для ее решения генеральный директор НЦ Федор Викторович Лукин пригласил коллектив Давлета Исламовича Юдицкого, хорошо ему известный по совместной работе в НИИ-37 (позже НИИ ДАР) и имевший опыт создания ЭВМ Т-340 и К-340А. В этих ЭВМ была реализована модулярная арифметика, основанная на системе счисления в остаточных классах (СОК)\*. Так в только организованном НИИ физических проблем (НИИ ФП — последнее название этой фирмы) появился отдел пер-

спективных ЭВМ, в котором главный инженер Д.И.Юдицкий собрал высококлассных специалистов. Это было зернышко, из которого выросло одно из видных древ компьютеризации страны.

Первым в СССР в середине 50-х годов на СОК обратил внимание Ф.В.Лукин, тогда главный инженер КБ-1 Минрадиопрома (МРП), получивший справку о работах по СОК в США. Он ознакомил с ней математика Израила Яковлевича Акушского — старшего научного сотрудника в отделе Д.И.Юдицкого в СКБ-245. СОК их заинтересовали, и в 1957 году в СКБ-245 Ю.Я. Базилевский, Б.И.Рамеев, Ю.А.Шрейдер, И.Я.Акушский и Д.И.Юдицкий первыми в стране попытались осмыслить принципы построения модулярной ЭВМ. Работа не получилась: не все ее участники прониклись сутью СОК. В 1960 году Ф.В.Лукин, уже директор НИИ-37, пригласил Д.И.Юдицкого и И.Я.Акушского возглавить разработку ЭВМ для радиолокационных станций систем ПРО. Д.И. Юдицкий стал начальником отдела НИИ-37, а И.Я.Акушский — начальником лаборатории. Там они на базе СОК построили ЭВМ Т-340 и К-340А. Быстродействие К-340А составляло 1,2 млн. двойных операций в секунду (оп/с) или 2,4 млн. обычных оп/с. Эта ЭВМ первой в мире перешагнула барьер быстродействия в 1 млн. оп/с. Она же отличалась самой низкой стоимостью выполнения операций — 25 копеек/оп (тогда — основной экономический показатель ЭВМ). Было выпущено более 50 ЭВМ К-340А, многие из них до сих пор — более 40 лет (!) — работают в системах.

В СОК каждое число, многоразрядное в позиционной системе счисления, представляется в виде нескольких малоразрядных позиционных чисел, являющихся остатками от деления исходного числа на взаимно простые основания. Все операции над каждым из остатков выполняются отдельно и независимо (параллельно), за один машинный такт. Введение избыточных оснований обеспечивает контроль и исправление ошибок в процессе выполнения операций. Обычные ЭВМ этого не умеют. Следовательно, ЭВМ в СОК всегда быстрее и надежнее. Однако никакой информации — отечественной или зарубежной — о реализации модулярной арифметики не было, разрабатывать теорию и практику СОК пришлось самим. Деятельный участник тех событий, академик Казахской академии наук В.М.Амербаев рассказывает: «...Ф.В.Лукин привлек внимание И.Я.Акушского к разработкам ... нового способа организации параллельных вычислений. Выяснилось позднее, что он обладает свойством арифметической самокоррекции. ... Это была нетрадиционная компьютерная арифметика, и для ее разработки требовался нетрадиционный подход. В ходе разработки ... возникло множество ярких, оригинальных решений в архитектуре, живучести, параллельности, конвейерности ЭВМ...».

### ПРОЕКТ «АЛМАЗ» И ЭВМ 5353

В июне 1972 года на боевое дежурство встала первая очередь системы противоракетной обороны (ПРО) Московского региона — система А-35 (Генеральный конструктор — Григорий Васильевич

\*См. В.Евстигнеев. Компьютерные арифметики. Ретроспективный взгляд. — ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1998, №2, с.19–22.



Кисунько, ОКБ «Вымпел», МРП). Это была первая в стране крупная система, в которой цифровая ЭВМ, помимо традиционной функции вычислителя, взяла на себя задачу управления системой в реальном времени. Но к моменту создания А-35 появились ракеты с разделяющимися боеголовками, каждая из которых на последнем участке траектории независимо наводится на свою цель. Система А-35 с такой задачей не справлялась. Поэтому еще в 1965 году Г.В.Кисунько задумал вторую очередь А-35, т.е. дополнение ее тремя принципиально новыми многоканальными стрельбовыми комплексами (МКСК). Главным конструктором (ГК) МКСК и его полигонного варианта «Аргунь» Г.В.Кисунько назначил Николая Кузьмича Остапенко.

Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 5 ноября 1965 года о создании территориальной системы ПРО страны «Аврора» и второй очереди Системы А-35 трем предприятиям: НЦ (МЭП, Ф.В.Лукин), ИТМ и ВТ (МРП, С.А.Лебедев) и ИНЭУМ (Министерство приборостроения и средств автоматизации – МПСА, М.А.Карцев) было дано задание на разработку эскизных проектов мощной ЭВМ. Срок окончания – 30 марта 1967 года. В Зеленограде в этом проекте, названном «Алмаз», участвовали несколько предприятий НЦ: НИИ ФП – разработка архитектуры и процессора ЭВМ, НИИ ТМ – конструкции, системы питания и ввода/вывода информации, НИИ ТП – интегральные схемы (ИС). К ЭВМ предъявлялись следующие требования: разрядность данных – 45 бит, производительность – 2,5–3 млн. алгоритмических оп/с, реализация сложных функций в одной команде, работа со словами переменной длины, объем памяти –  $2^{17}$  45-разрядных слов (5,625 Мбит) и т.п.

Общими усилиями предприятий НЦ во главе с Ф.В.Лукиным и под научным руководством Д.И.Юдицкого и И.Я.Акушского эскизный проект был разработан и точно в срок представлен Министерству обороны (МО), причем производительность ЭВМ была выше требуемой – 8 млн. алгоритмических оп/с. Оборудование в 11 шкафах занимало 100 м<sup>2</sup> и стоило 2,6 млн. руб. Проект ЭВМ «Алмаз» выиграл конкурс и был принят Генеральным конструктором ПРО в качестве базовой ЭВМ для МКСК. По результатам конкурса в мае 1968 года был заключен договор на разработку ЭВМ 5Э53 для МКСК. Д.И.Юдицкий назначается ее главным конструктором и заместителем ГК МКСК по вычислительной технике. Разработчиков ЭВМ «Алмаз» объединили в новом предприятии – Специализированном вычислительном центре (СВЦ), директор Д.И.Юдицкий, его зам. по научной работе – И.Я.Акушский.

Требования к ЭВМ 5Э53 по сравнению с «Алмазом» заметно повысились. Вторая очередь Системы А-35 нуждалась в общей вычислительной мощности до 0,5 млрд. оп/с – тогда эти цифры выглядели фантастично. Ее должны были обеспечивать 12 ЭВМ, каждая – с производительностью 10 млн. алгоритмических оп/с (около 40 млн. обычных оп/с), с ОЗУ 10 Мбит, ППЗУ 2,9 Мбит, ВЗУ 3 Гбит и с аппаратурой передачи данных на сотни километров. Для этого в 5Э53 был реализован целый букет новых, прогрессивных решений, запатентованных изобретений. Главное – это применение модулярной арифметики, обладающей на задачах МКСК рядом бесспорных преимуществ. Среди них – повышенная производительность и простота аппаратной реализации процессора за счет малой разрядности оснований, высокая надежность системы благодаря самокорректирующимся свойствам СОК и т.д.

Архитектура 5Э53 отличалась от господствовавшей в те годы классической фон-неймановской и имела много принципиально новых элементов. Так, команды разделялись на арифметические и управленческие. Первые выполнялись на СОК-процессорах, вторые – на традиционных двоичных. Основные процессы – вычисления, обращения к памяти и другие – были аппаратно конвейеризованы:

одновременно выполнялось до восьми последовательных операций. Среди других особенностей – блочная реализация арифметики (блок сложения/вычитания, умножения, управления адресами и т.п.), разделение памяти на оперативную и полупостоянную (с механической сменой носителя информации), разделение шин команд и данных (гарвардская архитектура). Аппаратное расслоение памяти на восемь поочередно адресуемых блоков позволяло при времени выборки информации из одного блока ОЗУ 700 нс обращаться к памяти с тактовой частотой процессора – 166 нс.

В 5Э53 применялась новейшая в стране элементная база: ИС серий «Тропа», «Посол», «Терек», специально разработанная СВЦ серия быстродействующих ИС «Конус», цилиндрические магнитные пленки (ЦМП) для ОЗУ и т.п. В то время одним из наиболее «узких мест» ЭВМ были ОЗУ и ПЗУ. Для 5Э53 вместо дорогой и громоздкой памяти на ферритах были разработаны ОЗУ и ППЗУ на интегральных носителях ЦМП и сменных индукционных картах. По габаритам, массе, быстродействию, энергопотреблению, технологичности и стоимости они были гораздо привлекательнее ЗУ на ферритах. Так, если ОЗУ на ЦМП ЭВМ 5Э53 объемом 10 Мбит обладало темпом выборки 166 нс и занимало 8 компактных шкафов (7 м<sup>3</sup>), то современное ему ОЗУ на ферритах ЭВМ 5Э66 (М10) объемом 4,5 Мбит (выборка – 800 нс) размещалось в 13 огромных шкафах (60 м<sup>3</sup>). В качестве внешнего накопителя большой емкости использовалось ЗУ на оптической ленте. Оно имело много общего с основными в то время ВЗУ на магнитных лентах (конструкция, привод, электроника), но отличалось носителем и методами записи/чтения информации – фото/светодиоды через оптоволокно на фотопленку. В результате емкость ВЗУ при тех же габаритах повышалась на два порядка и достигала 3 Гбит. Надежность 5Э53 обеспечивало не только применение СОК в арифметическом устройстве, но полное мажорирование (2 из 3) всех других систем ЭВМ, монтаж межблочных и межячеечных соединений методом накрутки и др.

В ходе разработки совершенствовались модулярные алгоритмы. Над этим работал В.М.Амербаев и его команда. Вспоминает М.Д.Корнев: «*Ночью Вильжан Мавлютинович думает, утром результаты приносит В.М.Радунскому (ведущий разработчик). Схемотехники просматривают аппаратную реализацию нового варианта, задают Амербаеву вопросы, он уходит думать опять и так до тех пор, пока его идеи не поддадутся хорошей аппаратной реализации*». Это характерный пример взаимодействия подразделений и специалистов СВЦ. Специфичные и общесистемные алгоритмы разрабатывались заказчиком, а машинные – в СВЦ коллективом математиков во главе с И.А.Большаковым. При разработке 5Э53 в СВЦ широко применялось тогда еще редкое машинное проектирование, как правило, собственной разработки.

Весь коллектив предприятия работал с необыкновенным подъемом не щадя себя, по 12 и более часов в день. Вспоминается реплика одного из ведущих разработчиков В.М.Радунского: «*Вчера до того доработался, что, входя в квартиру, предъявил жене пропуск*». Е.М.Зверев: «*В то время были нарекания на помехоустойчивость ИС серии 243. Как-то часа в два ночи на макет пришел Давлет Исламович, взял щупы осциллографа и долго сам разбирался в причинах помех*». В два часа ночи работали и инженеры, и директор! Такой труд хорошо оплачивался, и был морально стимулирован. Для ускорения освоения 5Э53 в серийном производстве загорский электромеханический завод (ЗЭМЗ) командировал в СВЦ группу специалистов для изучения ЭВМ. Разработка 5Э53 была проведена в рекордно короткий срок – за полтора года. В начале 1971 года она завершилась. 160 типов ячеек, 325 типов субблоков, 12 типов блоков питания, 7 типов шкафов, инженерный пульт управления,



масса стенов. Изготовлен и испытан макетный образец ЭВМ 5Э53. В результате 5Э53 представляла собой 8-процессорный комплекс (4 модулярных и 4 двоичных процессора), работающий с тактовой частотой 6 МГц; 25 компактных шкафов, занимавших 120 м<sup>2</sup>; наработка на отказ 600 часов (у других ЭВМ тогда – менее 100 часов). 27 февраля 1971 года восемь комплектов конструкторской документации (по 97272 листа) были доставлены на ЗЭМЗ.

Началась подготовка производства. Закончить ее, к сожалению, не удалось. ЭВМ 5Э53 попала под жернова «битвы титанов».

### БИТВА ТИТАНОВ

Главная причина гибели МКСК, а с ним и 5Э53 – непримиримая борьба министра МРП В.Д.Калмыкова с Генеральным конструктором ПРО Г.В. Кисунько. Нашей истории касается два следствия этой борьбы: появление в Зеленограде инициатора разработки ЭВМ 5Э53 Ф.В. Лукина и удушение этой ЭВМ. В своей книге «Секретная зона» Г.В.Кисунько описывает, как министр В.Д. Калмыков создал межведомственную комиссию, назначив ее председателем директора НИИ-37 Ф.В.Лукина, который ранее участвовал в создании Системы А-35 и знал состояние дел, суть проблемы и конфликта. «Официально задача комиссии – «выработать и представить предложения о направлениях работ в области ПРО». А неофициально, с глазу на глаз, В.Д.Калмыков устно уточнил (Ф.В.Лукину) эту задачу следующим образом: «... Постарайтесь, чтобы после работы комиссии из Можайского леса вместо генерального конструктора Кисунько вернулся просто генерал Кисунько».

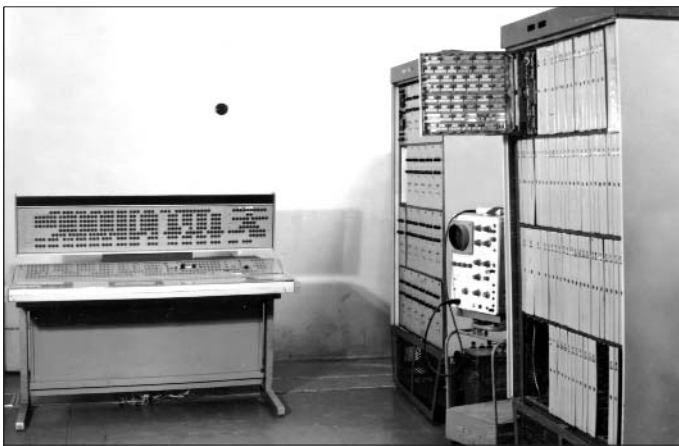
– Но ведь Кисунько назначен постановлением ЦК и Совмина, – ответил, прикинувшись непонятливым, Ф.В.Лукин.

– Ошибаетесь. Судьба генеральных конструкторов решается в министерствах. ...Нам вполне хватит признания межведомственной комиссией нецелесообразности продолжения работ по созданию системы А-35, генеральным конструктором которой является Кисунько. Нет системы – нет и генерального».

.... Об этом в конфиденциальном разговоре мне рассказал Федор Викторович по окончании работы комиссии 26 ноября 1962 года. Свой рассказ он закончил так: «Как видите, задание министра я не выполнил, и теперь мне придется уходить в другое министерство. Валерия Дмитриевича я знаю очень давно. Знаю, что за послушание меня ждет расплата министерского калибра. И вам не советую оставаться под эгидой нынешнего нашего министра. Рано или поздно он вас доконает». Прогноз оказался точным. Вот так человеческая порядочность и профессиональная честность привели Ф.В.Лукина в ГКЭТ (МЭП) и в Зеленоград.

Результаты многолетней «битвы титанов» были плачевны для ПРО, для ее Генерального конструктора, для МКСК и для ЭВМ 5Э53. Причем 5Э53 пострадала первой: без ее вычислительных ресурсов не могло быть ни МКСК, ни «Аргуни», поэтому уничтожение 5Э53 стало одним из важнейших факторов этой борьбы.

В 1971 году из жизни ушел Ф.В.Лукин, инициатор и основная опора проекта 5Э53. Авторитетный ученый, крупный специалист в области аппаратостроения и вычислительной техники, Федор Викторович пользовался огромным уважением, имел поддержку в правительстве, ВПК, ЦК КПСС. Теперь этой поддержке не стало, и на проект предприняли решительную атаку. Для расторжения договора на разработку 5Э53 нужен был повод. Попытки доказать непригодность 5Э53 не удались, и тактику изменили. Вспоминает один из ведущих разработчиков 5Э53 М.Д.Корнев: «Последнее заседание комиссии проводилось под флагом противопоставления ЭВМ 5Э53 и 5Э66 (ЭВМ М.А.Карцева, НИИ ВК (МРП), разрабатываемая в те же годы для Системы предупреждения о ракетном нападении). Комис-



Фрагмент макетного образца ЭВМ 5Э53

сия зациклилась на специфике программирования 5Э53 в СОК и отдала свое предпочтение проекту 5Э66». Того, что проблема специфики программирования давно решена, а главное, что 5Э66 не соответствовала требованиям МКСК, поскольку создавалась для иных задач, высокая комиссия не заметила.

Вспоминает Н.К.Остапенко: «Основываясь на этом формальном заключении, судьбу 5Э53 в начале 1972 года двумя росчерками пера решил В.И.Марков. Как зам. министра МРП, он издал приказ о прекращении фондирования работ по 5Э53. А как генеральный директор ЦНПО «Вымпел», он расторгнул не завершённый договор на разработку 5Э53 (разработка должна была завершаться передачей на полигон четырех образцов ЭВМ, изготовленных на ЗЭМЗ и отлаженных в СВЦ). Дальнейший ход событий показал, что игра на противопоставлении 5Э53 и 5Э66 велась исключительно в интересах интриги против Г.В.Кисунько. Реально мы не получили ни 5Э53, ни 5Э66».

Г.В.Кисунько и Д.И.Юдицкий предприняли последнюю попытку спасти 5Э53 для МКСК. Они решили документально опровергнуть формальный довод прекращения работ по 5Э53 – возможность ее замены на ЭВМ 5Э66. Вспоминает Н.К. Остапенко: «Осенью 1972 года меня вызвал к себе Г.В.Кисунько. В кабинете был Давлет Исламович, оба в хорошем настроении. Григорий Васильевич поручил мне организовать Межведомственную комиссию для сравнения характеристик 5Э53 и 5Э66 на задачах ПРО. Такая комиссия с участием СВЦ и НИИ ВК была создана. Результаты ее работы были оформлены в виде акта, с детальным анализом всех характеристик 5Э53 и 5Э66. Итог анализа: «ЭВМ 5Э66 не приспособлена для решения задач ПРО». Акт был подписан всеми членами комиссии и направлен в пять адресов». Единственным результатом этой акции стала сцена, которую В.И.Марков устроил Н.К.Остапенко. «... После моего доклада маршалу П.Ф. Батицкому В.И.Марков отозвал меня в сторону и устроил безобразный разнос: «Зачем ты послал акт Межведомственной комиссии о сравнительных характеристиках ЭВМ 5Э53 и 5Э66 Д.Ф. Устинову? Ты что, не понимаешь, что мы должны защищать свою ЭВМ, МРП, а не какой-то там МЭП? Вот вернешься в Москву, я сдеру с тебя шкуру, натяну на барабан и буду бить, бить, бить за такое упрямое самовольство, которое ты специально допустил, чтобы скомпрометировать ЭВМ МРП», при этом его зубы оскалились». Так зам. министра МРП В.И.Марков сформулировал отношение руководства МРП к разработкам мощных ЭВМ в других ведомствах. Мощные ЭВМ были сферой деятельности МРП, и его руководство не желало конкуренции. А появление в МЭП суперЭВМ, превосходящей по характеристикам все, что было в стране и в мире, невольно породило вопрос, почему еще недавно мало кому известный Юдицкий в МЭП смог сделать то, что не удалось корифеям МРП?



На момент прекращения работ, по оценке заместителя ГК 5Э53 по внедрению ЭВМ в производство Н.Н.Антипова, подготовка серийного производства 5Э53 в ЗЭМЗ была выполнена более чем на 70%. Было подготовлено соответствующее оборудование, изготовлены стенды и оснастка, расписаны технологии, обучены специалисты и т.д. Все это пропало.

Д.И.Юдицкий и И.Я.Акушский искали других изготовителей 5Э53. Нашлись заводы, готовые взяться за ее производство, но они были в МРП, и им не позволили. Невостребованной 5Э53 оказалась и в МЭПе – задач для нее еще не было. Время мощных САПР ИС, где СОК эффективна, еще не наступило. Восемь комплектов документации на 5Э53, возвращенных из ЗЭМЗ, бесславно сгорели в зеленоградском лесу.

Таким образом, в результате интриг перспективный проект суперЭВМ 5Э53 был погублен. Тем самым было пресечено новое, перспективное направление развития отечественной вычислительной техники, превосходящее все имевшееся и в стране, и за рубежом, – модулярная арифметика. В целом работы СВЦ по СОК примерно на 10 лет опережали зарубежный уровень. Однако о том, что первая серийная модулярная ЭВМ К-340А прекрасно работает, поражая своей надежностью, знали только ее создатели и потребители. Слух же, что Д.И.Юдицкий и И.Я.Акушский не смогли сделать ЭВМ в СОК, получил широкую огласку и стал серьезным барьером на пути внедрения СОК в ВТ. Но не непреодолимым. Имеются отрывочные сведения о многочисленных его применениях в нашей стране и за рубежом. Автор будет признателен всем, кто сможет сообщить об этом какие-либо сведения. А в последнее время число публикаций о СОК заметно выросло, что свидетельствует о повышении интереса к модулярной арифметике.

Задел, созданный в ходе работ по 5Э53, полностью не пропал. Блоки ОЗУ и ППЗУ на интегральных носителях широко применялись в последующих разработках. Пригодились и разработанные в рамках проекта 5Э53 технические и программные средства для создания многомашинных комплексов с развитой периферией. Они понадобились, когда в недрах СВЦ созрела мысль об объединении всех ЭВМ Зеленограда Единой вычислительной сетью (ЕВС). Руководство НЦ предложение поддержало. Одну из ЭВМ (М-220), существенно доработав, превратили в ЭВМ-диспетчер сети. Дополнили ее систему команд, ввели таймеры, систему прерываний, подключили мультиплексный канал аппаратуры передачи информации (АПИ), ВЗУ на магнитном барабане МБ-11, специально разработанные устройства телевизионного отображения. Все это вылилось в почти удвоение объема аппаратуры М-220. Часть докупили, но больше пришлось делать самим, используя разработки и конструкцию 5Э53. Особенно пригодилась ее АПИ.

Работы по созданию ЕВС начались в сентябре 1971 года, а в июне 1972 первая ее очередь уже эксплуатировалась. С появлением дисплеев (в первую очередь – венгерских “Видеотон-340”) сеть терминалов через АПИ значительно расширили. Абонентами сети стали программисты, разработчики аппаратуры, абоненты АСУ НПО Научный центр, что потребовало расширения ЕВС практически на всю европейскую часть СССР. В результате НЦ стал одним из первых мощных объединений в стране (возможно, самым первым), реально внедрившим автоматический мониторинг своих предприятий. ЕВС проработала много лет и постепенно, по мере морального и физического старения аппаратуры, была переведена на ЕС ЭВМ.

#### **СуперЭВМ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ: ЭВМ-IV И «41-50»**

В 1971 году в СВЦ началась работа над проектом мощной вычислительной системы – ЭВМ четвертого поколения ЭВМ-IV. Это была

модулярная реконфигурируемая система с аппаратно-микропрограммной реализацией языка программирования высокого уровня типа PL-1 и IPL, считавшихся тогда наиболее перспективными. ЭВМ включала в себя подсистемы центральной обработки (до 16 центральных процессоров – ЦП), ввода-вывода (до 16 процессоров ввода-вывода), ОЗУ (до 32 секций ОЗУ 32Кх64 бита) и мощную модульную систему динамической коммутации перечисленных модулей по сложному графу (любой ЦП мог быть соединен с любым ПВВ и любой секцией ОЗУ). Общая производительность ЭВМ оценивалась в 200 млн. оп/с. В ЦП планировалась табличная реализация СОК: результат не вычисляется, а считывается из ПЗУ. В СОК это не сложно, а любая функция одной/двух переменных может выполняться за один машинный такт. В результате проявляется парадоксальное свойство СОК – эффективная производительность модулярной ЭВМ может быть многократно выше ее физического быстродействия или производительности позиционной ЭВМ с таким же быстродействием.

Разработкой конструктивной системы ЭВМ-IV и ИС ПЗУ занималось подразделение С.А.Гаряинова. Основой системы была 256-битная диодная матрица ДМР-256. Кристаллы ДМР-256 и других ИС монтировались на ситалловую плату, семь плат собирались в этажерку с межплатным монтажом по четырем граням этажерки – многофункциональный блок (МФБ). Эти блоки устанавливались на кросс-плату, несколько кросс-плат с МФБ монтировались в металлический герметичный корпус, заполняемый фреоном, – «чемодан» в терминологии СВЦ. Тепло из блока отводилось по тепловым трубкам.

Эскизный проект ЭВМ-IV был закончен в начале 1973 года. Эта ЭВМ задумывалась как прототип для последующих разработок СВЦ. Однако когда в конце 1971 года ОКБ «Кулон» авиаконструктора П.О.Сухого обратилось в СВЦ с заказом на разработку комплекса САПР самолетов, в его основе планировалась ЭВМ-IV. Система предполагала мощнейшую ЭВМ с необыкновенно развитой периферией: около 700 автоматизированных рабочих мест, каждое должно было работать в интерактивном режиме и комплектовалось графическим дисплеем, АЦПУ, графопостроителем и средствами связи с ЭВМ. Эскизный проект САПР заказчик с удовлетворением принял. Но расчетная стоимость системы оказалась настолько высокой, что Минавиапром отказался от ее создания.

В начале 1972 года СВЦ получил заказ ГРУ МО на разработку эскизного проекта суперЭВМ для обработки векторных и структурированных данных, получившей условное наименование “41-50”. В то время за рубежом уже были известны ЭВМ такого типа, например фирмы Burroughs (США). Это многопроцессорные машины, обрабатывающие одиночным потоком команд множественный поток данных (SIMD-архитектура). Основная задача заключалась в распараллеливании данных между процессорами, которую обычно решали программно на основе традиционных скалярных процессоров. В СВЦ строили изначально векторную ЭВМ, работающую над массивами и ориентированную на алгоритмы заказчика. Задача динамического распараллеливания решалась на аппаратно-микропрограммном уровне, что резко повышало эффективность системы в целом.

Эскизный проект “41-50” СВЦ выполнял совместно с Институтом кибернетики (ИК) АН Украины, директором института академик В.М.Глушков был научным руководителем проекта, а Д.И.Юдицкий – главным конструктором. Первоначально планировалось строить ЭВМ на основе задела, полученного в рамках проекта ЭВМ-IV. Однако анализ специфичных алгоритмов заказчика (процент логических операций в них был значительно выше обычного) показал, что на данных задачах СОК не дает заметного преимущества в быстродействии. Оправдать применение СОК могла удачная конструктивно-

технологическая реализация табличной арифметики, обещавшая существенное сокращение объема аппаратуры. Но на поверку задел оказался весьма сырым, не пригодным к реализации. Подробно разобравшись в ситуации, Д.И.Юдицкий отправил С.А.Гаряинова в длительный отпуск, окончившийся увольнением, и организовал поиск нового варианта. От СОК в ЭВМ "41-50" отказались. Началась проработка проекта на основе традиционной двоичной арифметики. Эскизный проект "41-50" был своевременно завершен и принят госкомиссией с высокой оценкой и с рекомендацией о продолжении работ. Он содержал немало оригинальных решений. 64-рядная ЭВМ "41-50" обладала быстродействием в 200 млн. оп/с, ОЗУ на ЦМП емкостью 16 Мбайт, развитой периферией.

Финал был грустный – заказчик отказался от продолжения работ. Достоверной информации о причинах такого решения нет. Но влияние МРП как потенциального производителя "41-50" очевидно – хотя бы потому, что изготовитель в МРП назначен не был. Один из идеологов "41-50" Н.М.Воробьев вспоминает: «В процессе разработки эскизного проекта мы тесно сотрудничали с полковниками – представителями заказчика – по алгоритмам обработки их специфичной информации: по существу это была совместная работа. Они были явными сторонниками "41-50", так как, фактически участвуя в разработке, отлично знали проект, внесли в него все нужные им решения и были уверены в результате. Однако неожиданно для нас наступила длительная, в несколько месяцев, пауза. Заключение договора на разработку технического проекта откладывалось. Что там происходило, мы не знали: ГРУ – организация се-

рьезная. Но когда решение, наконец, было принято, полковники специально приехали к нам объяснить ситуацию. Мужики с грустью и извинениями («мы стояли за вас горой, как только могли») сообщили печальную весть: продолжения работ не будет. Принято решение применять адаптированный под их задачи МВК "Эльбрус", но они в возможность адаптации не верят, так как нет никаких рычагов для ее проведения».

Причина неудачи ЭВМ 5Э53 и "41-50" – не техническая и не экономическая. В аналогичном положении оказалось и множество других проектов, не угодных власти предрежащим. Среди них – проект троичной ЭВМ Н.П.Брусенцова, несмотря на успех первых моделей "Сетунь" и "Сетунь-70"; проект высокопроизводительной ЭВМ "Украина" академика В.М. Глушкова с высокоуровневым машинным языком и оригинальной архитектурой (идеи "Украины" во многом предвосхищали то, что позже было реализовано в ЭВМ фирмы IBM, и что мы с восторгом воспроизводили); ЭВМ М-9 М.А.Карцева в ИНЭУМ (МПСА); проект отечественной суперЭВМ БЭСМ-10 и всего направления БЭСМ, превосходящего зарубежный уровень. Продолжать можно долго. Завершим эту историю высказыванием академика С.А.Лебедева об ЭВМ К-340А: «Я бы сделал высокопроизводительную машину иначе, но не всем надо работать одинаково. Дай Вам Бог успеха!».

На этом закончился этап создания в Зеленограде мощных ЭВМ. Но в недрах СВЦ уже созревало новое направление – мини-ЭВМ и системы на их основе.

Продолжение следует

## ВЕСТИ РАСУ

### Итоги деятельности РАСУ в 2003 году

На последнем заседании Коллегии РАСУ с докладом "Об итогах деятельности РАСУ в 2003 году и основных задачах на 2004 год" выступил генеральный директор агентства Г.В.Козлов. Главное, что РАСУ выполняет свою основную задачу: обеспечение национальной безопасности и оборонной достаточности страны путем оснащения армии, флота и подразделений других федеральных силовых ведомств современным вооружением на базе радиоэлектронной техники и средств связи, спецтехники, а также содействие техническому перевооружению экономики.

За прошедший 2003 год объем промышленного производства в целом по РАСУ превысил уровень 2002 года на 23,4%, объем научно-технической продукции – на 12,1%, а НИОКР – на 13%. Объем производства продукции военного назначения вырос на 35,5%. Увеличился объем государственного оборонного заказа, его финансирование стало более устойчивым, а рост объема продукции по заказу составил 25% по сравнению с 2002 годом. Объем производства гражданской продукции возрос на 13,1%.

Общий объем полученной прибыли составил 5,5 млрд. руб. Выросла выработка промышленной и научной продукции на одного работника – соответственно на 28 и 13%. Снизились соотношение кредиторской и дебиторской задолженности предприятий с 1,97 в 2002 году до 1,77 в 2003 году, чему способствовала проводимая РАСУ целенаправленная работа по мониторингу финансирования важнейших работ, погашению задолженности госзаказчиков предприятиям.

Улучшается социально-экономическое положение работников РЭК. Среднемесячная зарплата в промышленности выросла за год на 31,9%, составив 4300 руб., а в науке – на 31,5%, достигнув общероссийского уровня 6800 руб.

Общий объем экспорта РАСУ увеличился в 2003 году почти в два раза и достиг 640 млн. долл., что получено как по прямым договорам с иностранными заказчиками, так и от Рособоронэк-

спорта в счет компенсации государственного долга. Объем инвестиций в основной капитал увеличился с 2,3 в 2002 году до 2,5 млрд. руб.

Предприятия РАСУ успешно выполняли задания 2003 года, намеченные Федеральными целевыми программами "Национальная технологическая база", "Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса", "Глобальная навигационная система", "Электронная Россия", "Исследование и разработка по приоритетным направлениям науки и техники". Успешно внедряется система базовых центров проектирования перспективной электронной компонентной базы. В рамках приоритетных направлений развития РАСУ созданы и функционируют базовые научные центры.

Продолжается реструктуризация РЭК, подведомственного РАСУ. Число предприятий и организаций в его составе – 743, из них 188 Федеральных государственных унитарных предприятий и 555 открытых акционерных обществ. В сфере деятельности РАСУ функционирует 10 интегрированных структур, планируется создание еще 12 холдингов.

За прошедший год 228 работников предприятий и центрального аппарата РАСУ удостоены государственных наград. Государственную премию РФ в области науки и техники получил коллектив ФГУП ННИИРТ (Нижний Новгород) за создание "Трехкоординатной радиолокационной станции "Небо-У" с цифровой антенной решеткой".

Остаются и нерешенные проблемы: избыточность научно-производственных мощностей предприятий РЭК; неудовлетворительный уровень качества ряда изделий электронной техники; недостаточная востребованность высокотехнологичных интеллектуальных разработок и продукции на российском рынке; несовершенство законодательной базы, регулирующей процессы реформирования ОПК в области создания и функционирования интегрированных структур и др.

