

РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЗЕЛЕНОГРАДЕ

"ДЕТСКИЙ КОНСТРУКТОР" "ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-1"

Продолжаем публикацию глав из будущей книги "Зеленоградские страницы. Из истории отечественной вычислительной техники" о малоизвестных страницах развития отечественных вычислительных систем*. В очередной статье автор рассказывает о создании в Зеленограде мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" и систем на ее основе.

"ДЕТСКИЙ КОНСТРУКТОР" НЦ-1

В начале 1973 года, когда основные силы Специализированного вычислительного центра (СВЦ) были поглощены разработкой высокопроизводительных ЭВМ, Д.И.Юдицкий начал работу в новом для предприятия направлении – мини-ЭВМ. Такие машины уже применялись в стране и были остро дефицитны. А поскольку ими занимался и МЭП, их можно было выпускать на собственном производстве, уже хорошо развитом (располагалось в четвертой секции на южной промзоне Зеленограда, ныне – технопарк "Зеленоград". Приказом Министра от 26 апреля 1976 года опытное производство СВЦ было преобразовано в завод "Логика" при СВЦ). Д.И.Юдицкий, в отличие от многих других, не собирался повторять зарубежные модели, считая данный путь тупиковым. Занимавшихся этим он называл "ремесленниками".

Для разработки архитектуры и принципов построения будущей мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" (НЦ-1) Давлет Исламович организовал и возглавил компактную рабочую группу в составе М.М.Хохлова, В.В.Смирнова, Б.А.Михайлова и Ю.Л.Захарова. На три месяца его кабинет превратился в штаб этой группы, работавшей часов не наблюдая, в режиме мозгового штурма. Вспоминает М.М.Хохлов: "Давлет Исламович создал обстановку творческого союза единомышленников, совместно решающих поставленную задачу. Все участники были равноправны, должности забыты, главное – идеи, их обсуждение невзирая на лица и определение путей реализации".

В основу НЦ-1 был положен модульный принцип, позволяющий из стандартных модулей путем простого комплексирования, "без паяльника и осциллографа" создавать разнообразные системы – "детский конструктор", как любил говорить Давлет Исламович. Это сейчас устройства персональных компьютеров глобально унифицированы и в совокупности, действительно, представляют собой международный конструктор, из которого не слишком ленивый старшеклассник может собрать систему. Тогда о такой возможности большинство специалистов и не догадывалось.

В результате "штурма" родились основные решения проекта: микропрограммное управление; программируемая архитектура на основе управляющей памяти (УП); базовое ядро команд и его расширение, позволяющее вводить дополнительные команды; магистральная структура; модульное программное обеспечение (ПО); мощная тестовая система самодиагностики; кросс-система на БЭСМ-6 для автоматизации проектирования и отладки ПО и ряд других решений. Эти же

*Начало см.: Малашевич Б. Разработка вычислительной техники в Зеленограде: неизвестные суперЭВМ. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2004, №2, с.72–76.



Б.Малашевич
E-mail: mbm@angstrom.ru

идеи позже были развиты СВЦ в архитектуре микропроцессоров и микроЭВМ семейства НЦ.

Когда идеология ЭВМ была выработана, к работе подключились все силы СВЦ. Каждый узел ЭВМ по завершении его разработки в эскизном варианте сразу же запускался в производство и наладку. Работали напряженно, круглосуточно. Невзирая на должности и звания, каждый делал то, что в данный момент требовалось. Давлет Исламович сам не раз садился за пульт ЭВМ, брал в руки паяльник. Первый образец НЦ-1 в короткое время был разработан и изготовлен на опытном производстве СВЦ. В декабре того же 1973 года мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" была с высокой оценкой принята госкомиссией. Ее сопредседателями были генеральный директор НЦ А.В.Пивоваров и директор Института кибернетики АН УССР академик В.М.Глушков. Последний особо отметил новизну и удачную реализацию создания ПО с помощью кросс-системы.



Рис.1. Мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" НЦ-1 имела два варианта конструктивной компоновки: автономный специальный стол (таким был первый образец) и стойка (рис.1). Основные устройства ЭВМ были выполнены на многослойных (до 14 слоев) печатных платах с шириной проводников и зазоров 0,3 мм – предел того времени. Разрядность данных в НЦ-1 составляла 16 бит, команд – 72 бита. Объем ОЗУ – 8–128 Кбайт, ППЗУ – 8 Кбайт. Быстродействие – до 0,7 млн. оп/с, потребляемая мощность – 1100 ВА.

"Детский конструктор" НЦ-1 содержал ряд унифицированных модулей: процессор (операционный блок ОБ-1 и блок накопителя микрокоманд НМК-1); блок оперативного запоминающего устройства ОЗУ-1; блоки сопряжения Т-6; устройство визуального отображения; совмещенное устройство подготовки, ввода и вывода информации; накопитель на магнитной ленте в компакт-кассете; унифицированный комплект периферийного оборудования для связи с объектами. В модулях ОЗУ-1 и НМК-1 (рис.2) был использован задел из ЭВМ 5Э53, но благодаря совершенствованию технологии размеры устройств значительно уменьшились.

Носителем информации в накопителе микрокоманд НМК-1 была сменная индукционная интегральная карта – тонкая (0,2 мм) печатная плата с 2304 информационными и 64 маркировочными витками связи (квадрат фольги размером 1,6 x 1,6 мм), расположенными с шагом 2 мм. В блоке карта прижимается к матрице перпендикулярных разрядных и адресных печатных шин. Каждый виток связи располагается

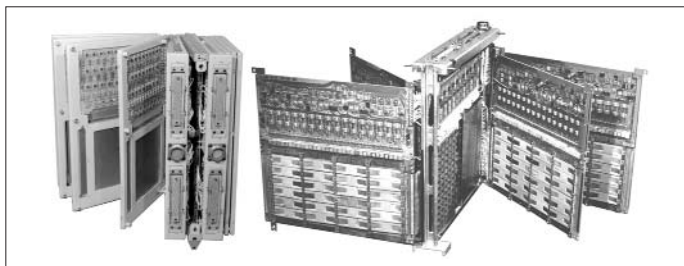


Рис.2. Блоки интегральной неполюпроводниковой памяти ОЗУ-1 и НМК-1

над пересечением этих шин, образуя 1 бит информации. Если есть виток связи, есть и индукционная связь между шинами, записана "1". Если витка нет – записан "0". Блок НМК-1 содержал 32 карты с общей информационной емкостью 8К байт (1024x72 бит) и побайтовым контролем на четность. Время выборки – 150 нс.

Накопителем информации в ОЗУ-1 служила матрица памяти МПМп-8, содержащая 136 адресных и 150 разрядных шин (с запасом для ремонта). Адресные шины – печатные проводники, разрядные – подложки (бериллиевая проволока) цилиндрических магнитных пленок (интегральный носитель информации). Информационная емкость ОЗУ-1 – 8 Кбайт (4096x18 бит) с побайтовым контролем на четность. Время выборки – 300 нс.

Блоки ОЗУ-1 (главный конструктор (ГК) П.П.Силантьев) и НМК-1 (ГК В.Н.Шмигельский) были выполнены в виде книжных конструкций. Они применялись в течение ряда лет, пока магнитная и индукционная память не были повсеместно вытеснены полупроводниковой.

Говоря о периферийных устройствах, вспомним, что в те годы еще не закончился период "натурального хозяйства" в вычислительной технике, когда для каждой ЭВМ создавалась уникальная периферия, со своими схемами подключения. Уже появились АСВТ (агрегатная система средств вычислительной техники) и ЕС ЭВМ (единое семейство ЭВМ), витала в воздухе идея СМ ЭВМ (система малых ЭВМ), но

приобрести устройства этих систем и комплектовать ими НЦ-1 было практически невозможно. Пришлось создавать свои, и делались они с интерфейсом ЕС ЭВМ. Но для НЦ-1 был разработан интерфейс ввода-вывода, допускающий применение устройств и ЕС ЭВМ, и АСВТ.

Устройства визуального отображения (УВО, символьный дисплей с клавиатурой) в те времена были еще экзотикой. О современных режимах диалога оператора с машиной можно было только читать как о перспективе, а пока приходилось довольствоваться пультом управления с множеством лампочек и тумблеров. Поэтому УВО (ГК А.М.Смаглий) с 92-кнопочной клавиатурой придавало НЦ-1 особую привлекательность (рис.3). На экране УВО с диагональю 43 см отображалось до 2048 (32x64) символов. Интерфейс ЕС ЭВМ.

Было создано СУПВВ – совмещенное устройство подготовки, ввода и вывода информации (рис.4). Оно представляло собой смонтированные на унифицированном с НЦ-1 и УВО столе ленточный перфоленточный ПЛ-150 (СССР), фотосчитыватель перфолент FS-1501 (Чехословакия), электрическую пишущую машинку "Консул-260" (Чехословакия), а также электронику для их совместной работы и подключения к интерфейсу ЕС ЭВМ.

В качестве внешних запоминающих устройств (ВЗУ) в то время применялись накопители на магнитных барабанах, дисках и лентах шириной 35 и 16 мм. Из них размерам мини-ЭВМ в какой-то мере соответствовали только НМЛ на 16-миллиметровых лентах, но для стоечного исполнения. И когда появились компакт-кассеты для бытовых магнитофонов, у многих возникло желание использовать их в качестве ВЗУ. Это было единственно возможное решение для основного конструктивного варианта НЦ-1 (стол) – кассетник в него прекрасно встраивался. Проблема заключалась в том, что качество кассет того времени было отвратительным. В журнале "Радио" в те годы даже стали популярны советы умельцев по доработке серийных кассет. Пришлось разрабатывать технологию и оснастку для доработки кассеты НК-60 и СВЦ. В результате вышел в свет КНМЛ (ГК А.Г.Кокянов) с емкостью кассеты 5 Мбит с аппаратным контролем информации.



Рис.3. Устройство визуального отображения

там КАМАК и "Евромеханика", обеспечивавшим возможность широчайшей кооперации в производстве электронной аппаратуры во всем мире. Сегодня это кажется естественным, а тогда вокруг "Евромеханики" как системы дюймовой (что не совсем соответствует истине, см. врезку) разгорались жаркие споры, и применение этих стандартов в УКПО НЦ-1 было достаточно прогрессивным шагом.

Опыт предыдущих разработок, где одним из важнейших требований была повышенная живучесть, позволил сделать высоконадежную машину. Как вспоминает военпред в СВЦ А.И.Абрамов, "персонал международной выставки "Связь-75" удивлялся бессбойной работе "Электроники НЦ-1" с утра до вечера, в то время как машины ЕС ЭВМ и другие сбивались многократно на день". Справедливости ради отметим, что НЦ-1 выполняла демонстрационную циклическую программу.

Приказом МЭП от 6 февраля 1974 года серийное производство мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" было поручено Псковскому заводу радиодеталей (ПЗРД) Псковского объединения "Рубин". Для сопровождения производства там было образовано СКБ Вычислительной техники (СКБ ВТ). Специалисты СКБ ВТ и ПЗРД прошли в СВЦ полный курс обучения и стажировку, необходимые для обеспечения производства НЦ-1 в Пскове.

В 1975 году в СВЦ совместно с НИИ точной технологии (НИИ ТТ) были разработаны, а "Ангстремом" изготовлены первые отечествен-

ные микропроцессорные БИС серии 587. На их основе в рамках темы "Микропроцессор 5Ю" началась работа по созданию нового поколения НЦ-1. Но завершена она не была. 29 июня 1976 года министр А.И.Шокин подписал приказ № 336 "О преобразовании Специализированного вычислительного центра в СКБ "Научный центр". К событиям, связанным с этой реорганизацией, мы вернемся в следующей статье. Сейчас же отметим, что в результате СВЦ и его только что созданный завод "Логика" прекратили существование, разрабатывающие подразделения СВЦ с большими кадровыми потерями были переведены в НИИ ТТ, а цеха "Логика" – в завод "Ангстрем". При этом значительная часть развиваемой в СВЦ тематики была безвозвратно потеряна, в том числе и направление мини-ЭВМ.

Скорость обмена – 5680 бит/с, интерфейс – ЕС ЭВМ. НЦ-1 задумывалась как управляющая ЭВМ, ей были нужны устройства связи с объектами (УСО). Такое УСО – "Унифицированный комплект периферийного оборудования" (УКПО), включающее общий блок и 12 сменных модулей, было разработано для НЦ-1 (ГК В.М.Трояновский). Внешние размеры блока УКПО соответствовали популярным тогда (да и теперь) в мире стандар-



Рис.4. Совмещенное устройство подготовки, ввода и вывода информации

там КАМАК и "Евромеханика", обеспечивавшим возможность широчайшей кооперации в производстве электронной аппаратуры во всем мире. Сегодня это кажется естественным, а тогда вокруг "Евромеханики" как системы дюймовой (что не совсем соответствует истине, см. врезку) разгорались жаркие споры, и применение этих стандартов в УКПО НЦ-1 было достаточно прогрессивным шагом.

ПЗРД сначала несколько лет выпускал НЦ-1, а затем СКБ ВТ уже самостоятельно провело ее модернизацию на новой элементной базе (рис.5). Новая модель "Электроника НЦ-2" в обычном исполнении и "Электроника 5Э37" специального назначения (для систем ПРО) более 15 лет выпускались на ПЗРД. Эти ЭВМ до сих пор работают на объектах. Получило дальнейшее развитие и УКПО, со временем переработанное в микропроцессорную систему управления (МПСУ), которая многие годы выпускалась как самостоятельный продукт и стала основой для ряда других разработок СКБ ВТ. В феврале 2004 года СКБ ВТ (ныне ОАО "СКБ ВТ") отметило 30-летний юбилей. Его ветераны, прошедшие в 1974–1976 годах специальную стажировку в Зеленограде, с благодарностью вспоминали тот период, СВЦ и НЦ-1 как великолепную "стартовую площадку".

ЦЕНТР КОММУТАЦИИ СООБЩЕНИЙ "ЮРЮЗАНЬ"

В начале семидесятых годов Министерство гражданской авиации (МГА) под лозунгом "Безопасность и регулярность полетов" проводило грандиозное переоснащение аэропортов. Были выделены огромные средства. В 1971 году МГА для своей сети телеграфной связи между аэропортами закупило четыре французских электронных центра коммутации сообщений (ЦКС) DS-4 стоимостью 1 млн. долл. каждый. Подобные ЦКС нужны были в каждом узлом аэропорту. Но аэропортов было много, а долларов мало. МГА хотело заказать отечественный ЦКС, но не могло найти разработчика, поскольку Минрадиоопром и Минпромсвязи отказались.

Сообщения о проблемах МГА появились в печати и привлекли внимание. Д.И.Юдицкий решил получить этот заказ, так как СВЦ уже накопил богатый опыт создания и применения аппаратуры передачи данных. Договорились быстро. В конце 1972 года СВЦ и управление радиоэлектронного оборудования (УРО) МГА (начальник – Т.Г.Анодина) подписали договор на разработку ЦКС с установкой и вводом в эксплуатацию первого образца в аэропорту Пулково (Ленинград). С января 1973 года началась разработка ЦКС "Юрюзань" (ГК Д.И.Юдицкий, заместители ГК В.С.Бутузов и Н.К.Остапенко; в июле 1974 года Д.И.Юдицкий назначил ГК ЦКС В.С.Бутузова). Как вспоминает активный участник создания ЦКС А.А.Лавренов: "Формализованных алгоритмов работы телеграфного узла не было, заказчики и исполнители часто с большим трудом понимали друг друга, поскольку говорили на разных профессиональных языках. Это требовало определенной "притирки", но в конце концов все наладилось".

Электронные ЦКС автоматически выполняют две главные задачи –



Рис.5. Псковитяне первого призыва с модернизированными ими НЦ-1 и СУПВВ

"ЕВРОМЕХАНИКА"

Суть стандартов "Евромеханики" – унификация трех уровней конструкции: модуль (плата), блок, стойка. Размеры по каждой из трех координат основаны на модулях приращения. По ширине для блоков и модулей шаг – 1 дюйм (25,4 мм). Размер проема стойки и корпуса блока фиксирован и равен 19 дюймам. По длине для печатных плат установлено 4 типоразмера с модулем приращения 60 мм: 100, 160, 220 и 280 мм. Модуль приращения по вертикали (обозначается загадочной буквой U или иногда HE) – 44,45 мм = 1,75 дюйма. Это – старый русский вершок. Век назад царская Россия была в лидерах мировой электротехники и диктовала свои правила и размеры.



маршрутизацию сообщений по каналам связи в соответствии с адресами, а также проверку и исправление сообщений. При этом освобождается масса операторов, а скорость, качество обработки и достоверность информации существенно повышаются. Кроме того, электронные ЦКС накапливают полную статистику обо всех аспектах работы телеграфной сети, что является прекрасной базой для ее оптимизации и совершенствования.

ЦКС "Юрюзань" представлял собой дублированный двухканальный программно-аппаратный вычислительный комплекс, построенный на основе "детского конструктора" НЦ-1 с дополнением его недостающими модулями. Обработка телеграмм производилась независимо в каждом канале. Результаты сравнивались, и при несовпадении производился перезапрос телеграммы и полная автоматическая диагностика последовательно обоих каналов с выявлением причин несовпадения. Так обеспечивалась требуемая достоверность передаваемой информации — одна из главных задач ЦКС.

Каждый канал состоял из ЭВМ обработки телеграмм и ЭВМ аппаратуры связи с телеграфными каналами. Таким образом, в состав ЦКС входили четыре мини-ЭВМ "Электроника НЦ-1" в стоечной компоновке. ЦКС обеспечивал обработку 256 телеграфных и 8 телефонных каналов. Однако в первом образце было реализовано 64 телеграфных канала со скоростью передачи 50 бод — стандарт тех времен. Больше в Пулково тогда не требовалось. В состав ЦКС входили СУПВВ, УВО, ВЗУ на магнитных лентах (необходимые для оперативного хранения массивов информации ВЗУ на магнитных барабанах или дисках получить не удалось из-за их острой дефицитности), АЦПУ, телетайпы, мультиплексоры, абонентские пульта и т.п., — в основном стандартные устройства НЦ-1, ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ. Для управления работой ЦКС и обработки телеграмм было разработано сложное и изощренное ПО.

К середине 1976 года разработка практически была закончена, на заводе "Логика" завершалось изготовление и автономная наладка модулей ЦКС. По мере готовности они отправлялись в Пулково, где шел монтаж первого комплекта ЦКС. Дальнейшее его тиражирование для установки в других аэропортах планировалось на "Логике".

В это время произошла упомянутая нами реорганизация, и ЦКС оказался в НИИ ТТ. Он не имел ничего общего с чисто микросхемной тематикой этого института, и от него постарались избавиться. Вспоминает начальник отделения СВЦ, а затем НИИ ТТ, Н.М.Ворожьев: "Осенью 1976 года директор НИИ ТТ Э.Е.Иванов вызвал меня, главного инженера В.О.Филипенко, и мы поехали к Т.Г.Анодиной отказываться от завершения работ по ЦКС. Туда мои спутники ехали в воинственном настроении, обратно — в полном унынии. Поехали без предварительной подготовки, рассчитывая простым ультиматумом легко избавиться от ЦКС. Не тут-то было. Татьяна Григорьевна — дама серьезная, она-то хорошо подготовилась, выложила на стол постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР с поручениями, программы переоснащения МГА, договор. Она категорически не согласилась с прекращением работ, заявив, что за срыв выполнения особо важного поручения партии и правительства придется серьезно расплачиваться". Расплачиваться никто не хотел, работу пришлось продолжать.

В ноябре 1976 года комплект ЦКС в Пулково был полностью настроен и введен в опытную эксплуатацию. А в декабре 1978 года его с высокой оценкой приняла государственная комиссия. Договорные обязательства были выполнены полностью. Но тиражировать ЦКС, как это предполагалось ранее, МЭП все же категорически отказался. Другого изготовителя не нашлось, и прекрасный пулковский ЦКС "Юрюзань" оказался первым и последним. Несмотря на это, МГА, по завершении программы переоснащения аэропорта Пулково, отметило активных участников ввода ЦКС в эксплуатацию правительственными

наградами. Ордена "Знак Почета" получили А.А.Лавренов, В.С.Травницкий, орден Дружбы народов — Н.А.Смирнов. ЦКС "Юрюзань" проработал в Пулково около 20 лет.

КОМПЛЕКС ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ "СВЯЗЬ-1"

В середине 1970-х годов ЛНПО "Красная заря" (Минпромсвязи СССР, Ленинград) приступило к созданию первой в СССР системы цифровой телефонной связи "Кавказ-5", охватывающей всю страну множеством узловых станций с широким спектром характеристик. Для этих станций требовались ЭВМ с соответствующим спектром параметров. Нужны были ЭВМ и для других разработок "Красной зари". Решили заказать базовый комплекс вычислительных средств (КВС) переменного состава, на основе которого для различных систем связи можно было бы формировать модификации с разнообразными характеристиками.

16 августа 1974 года ЛНПО "Красная заря" и СВЦ подписали договор о разработке КВС "Связь-1". Полностью он назывался "Мультипроцессорный, многозадачный комплекс вычислительных средств "Связь-1", предназначенный для использования в системах коммутации сообщений, системах управления квазиэлектронных АТС и электронных центрах коммутации каналов". Роль заказчика выполнял НИИ электротехнических устройств (НИИ ЭТУ), головной институт в ЛНПО. Производство КВС планировалось на заводе "Красная заря", его сопровождение возлагалось на НИИ ЭТУ. Поэтому у КВС "Связь-1" было два главных конструктора: от СВЦ — Д.И.Юдицкий (заместитель — А.А.Попов), от НИИ ЭТУ — Н.И.Лычагин (заместитель — В.Н.Рыжов).

При разработке КВС "Связь-1" широко использовались наработки, полученные при создании НЦ-1, ЦКС и архитектурные решения ЭВМ-IV. Но "Связь-1" — система многовариантная, многопроцессорная, со сложной коммутацией, поэтому "детский конструктор" был дополнен новыми модулями.

В основу структуры КВС были положены критерии максимальной эффективности и надежности. Управление КВС было аппаратно децентрализовано. Функции общего управления в КВС "Связь-1" выполняла модульная операционная система (ОС). Она представляла собой комплекс программ, важнейшая задача которых — динамическое распределение ресурсов системы между отдельными задачами, процессами и процессорами, а также реконфигурация системы при отказе отдельных модулей. Модульное ПО состояло из базовой ОС и системы программирования. В базовую ОС входили пакет управляющих программ (супервизоры прерываний, задач, памяти, ввода-вывода, времени; модуль синхронизации процессоров и загрузчик), модуль диагностики и модуль восстановления вычислительного процесса. Модуль диагностики локализовал место неисправности в системе до

минимальной сменной единицы. Модуль восстановления вычислительного процесса организовывал повторные вычисления при сбоях и готовил информацию для модуля диагностики. Система программирования включала ассемблер с транслятором и систему автоматизированной отладки программ.

Каждый аппаратный модуль КВС имел несколько путей для обращения к любому другому модулю. Такое построение, вкуче с мощной встроенной системой контроля и диагностики, позволяло гибко использовать ресурсы системы и обеспечивало ее высокую живучесть. Отказ одного или нескольких модулей приводил лишь к некоторому снижению производительности системы, но в остальном она продолжала нормально работать. В КВС были автоматизированы восстановление как исправного состояния, так и вычислительного процесса, прерванного появлением неисправности.

Модули обменивались информацией через сложную систему коммутации, содержащую коммутационные модули и магистрали ввода-вывода, запоминающую подсистему с одиночным и групповым обменом, управление питанием и прямую сигнализацию о неисправностях. Программное включение/выключение и диагностика блоков питания модулей, средства прямой сигнализации о неисправностях в модулях КВС были для того времени новыми решениями. А.А.Попов вспоминает, что "только много лет спустя после введения в КВС "Связь-1" средств прямой сигнализации о неисправностях, мы прочитали о подобном же решении в материалах об американском космическом челноке Shuttle".

Для решения всего комплекса задач процессор КВС должен был поддерживать функции мультипрограммирования в многопроцессорной и многопроцессной системе реального времени. По расчетам, архитектура КВС позволяла эффективно использовать до 30 процессоров, но для решаемых им задач столько не требовалось, предусматривались модификации КВС с числом процессоров от 1 до 16. В соответствии с требованиями достоверности передачи данных, максимальная конфигурация программно могла быть настроена или как одноканальная 16-процессорная, или как дублированная 2x8-процессорная система. Однако мультиобработка связана с рядом проблем: вычислительные процессы должны развиваться в виртуальной памяти с автоматическим формированием физических адресов; необходима защита друг от друга сегментов данных и программ; требуется организация динамического взаимодействия процессов и т.п.

Удовлетворяющий всем этим требованиям процессор был разработан (ГК И.П.Селезнев). С соответствующим набором микропрограмм он использовался в КВС в качестве процессора и обработки, и связи. Для запоминающей подсистемы разработали специальный процессор-мультиплексор (ГК В.Л.Глухман), управляющий обменом данными между модулями ОЗУ-1 и внешними ЗУ ЕС ЭВМ на магнитных дисках, барабанах и лентах (каждый с каждым). Таким образом, в КВС использовались процессоры трех функциональных типов.

Каждый процессор КВС обращался в подсистему памяти (в таблицу задач) и получал из нее текущее задание. Если подходящего задания для него не было, и в системе в данный момент отсутствовал ведущий процессор, он возлагал эту роль на себя, периодически просматривая таблицу задач. Как только для ведущего процессора появлялось соответствующее задание, он слагал с себя эту роль и приступал к выполнению текущей задачи.

Немало проблем возникло и в связи с особыми требованиями заказчика к конструктивному исполнению КВС. Пришлось разрабатывать новые стойки (типа телефонных "стативов") повышенной прочности и подтверждать их устойчивость испытаниями с массогабаритными эквивалентами электронных блоков.

КВС "Связь-1" и его ПО были разработаны, проект принят заказ-



Рис.6. Одна из конфигураций КВС "Связь-М" – СУВК-СМ (СУВК-СМ – справа, слева – телефонные коммутаторы)

чиком, конструкторская и программная документация

в середине 1976 года переданы "Красной заре" для серийного производства. Но далее работы остановила все та же злополучная реорганизация. Неоднократные обращения Ю.Г.Данилевского к генеральному директору НПО НЦ А.Ю.Малинину и директору НИИ ТТ Э.Е.Иванову оказались безрезультатными: соответствующих правительственных постановлений с заданиями МЭПу у него, как у Т.Г.Анодиной, не было. Поэтому далее над КВС "Связь-1" "Красной заре"

пришлось работать самостоятельно.

Без авторского сопровождения освоение КВС в серийном производстве давалось нелегко. В КВС было заложено немало новых для ленинградцев технических и технологических решений. Несмотря на хорошее качество документации, выпущенной с приемкой гензаказчика, в ней было далеко не все. Особенно много проблем возникло с модулем ОЗУ на ЦМП. В.Н.Рыжевнин вспоминает: "Мы много сил, времени и средств потратили на освоение в производстве модуля ОЗУ-1, но так ничего и не добились". Отметим, что даже в СВЦ, под неусыпным контролем разработчиков, этот модуль шел с большим скрипом – разработка промышленной технологии накопителя была еще далека от завершения. В Пскове, пока было авторское сопровождение, с ним еще как-то справлялись. А "Красная заря" оказалась брошенной на произвол судьбы. Спасение пришло в 1978 году, когда В.Н.Шмигельский, уже в НИИ ТТ, завершил разработку, а "Ангстрем" начал производство первого в стране модуля полупроводникового ОЗУ "Электроника ОЗУ-64К". Вскоре ОЗУ на ЦМП, как и ферритовые, повсеместно были вытеснены полупроводниковыми.

После самостоятельной доводки КВС "Связь-1" специалистами НИИ ЭТУ (с переработкой некоторых модулей) завод "Красная заря" освоил серийное производство КВС, но он уже назывался "Связь-М". Конфигурации КВС имели свои наименования, например СУВК-СМ – "Специализированный управляющий вычислительный комплекс средней мощности" (рис.6). КВС выпускался в течение многих лет и был базовым для систем связи ЛНПО "Красная заря".

Так завершилась вторая страница истории создания средств вычислительной техники в Зеленограде. Но параллельно уже писалась третья: в СВЦ шли активные работы по созданию первых отечественных микропроцессоров и микро-ЭВМ, уже работали их образцы. Об этом – в следующей статье. ○