

Разработка вычислительной техники в Зеленограде

Детский конструктор НЦ-1

Б.М. Малашевич
E-mail: mbm@angstrem.ru

Научно-технический журнал "Электроника: Наука, Технология, Бизнес"

В прошлом номере читатель познакомился с первой главой журнального варианта книги «ЗЕЛЕНОГРАДСКИЕ СТРАНИЦЫ. Из истории отечественной вычислительной техники» о создании высокопроизводительных ЭВМ в Зеленограде. Предлагаем вниманию читателя её вторую главу о создании мини-ЭВМ и систем на ее основе.

Детский конструктор НЦ-1

В начале 1973 г., когда основные силы Специализированного вычислительного центра (СВЦ) были поглощены разработкой мощных ЭВМ, его руководитель Д.И. Юдицкий начал работу по созданию новой мини-ЭВМ. Они уже широко применялись в стране и были остро дефицитным продуктом. Ими занимался и в МЭП, их можно было выпускать на собственном производстве, к тому времени уже хорошо развитом. Так в СВЦ началось создание управляющей мини-ЭВМ (УВМ) «Электроника НЦ-1» и систем на ее основе.

Однако Д.И. Юдицкий не собирался, как это делали многие другие, повторять зарубежные модели, считая это тупиковым занятием. Занимавшихся этим он пренебрежительно называл «ремесленниками», имея в виду образовательный уровень ремесленного училища.

Для разработки архитектуры и принципов построения НЦ-1 Давлет Исламович организовал и возглавил компактную рабочую группу в составе: Д.И. Юдицкий, М.М. Хохлов, В.В. Смирнов, Б.А. Михайлов и Ю.Л. Захаров. На три месяца его кабинет был превращен в штаб этой группы, работающей по 12 и более часов в сутки в режиме мозгового штурма. Вспоминает Михаил Михайлович Хохлов: *«Давлет Исламович создал обстановку творческого союза единомышленников, совместно решающих поставленную задачу. Каждый излагал собственное понимание рассматриваемой проблемы, затем обсуждались все предложения, из каждого выбиралась все ценное. Затем синтезировался общий подход и т. д. При этом все участники, включая Давлета Исламовича, были равноправны, должности забыты, главное – идеи, их обсуждение невзирая на лица, и определение путей реализации».*

В основу проекта НЦ-1 был положен модульный принцип, позволяющий из стандартных модулей путем простого комплексирования, «без паяльника и осциллографа» создавать системы разнообразных конфигураций – «детский конструктор», как любил говорить Давлет Исламович. Это сейчас устройства персональных компьютеров глобально унифицированы и действительно в совокупности представляют собой международный конструктор, из которого любой, не слишком ленивый старшеклассник может самостоятельно собрать необходимую ему систему. Тогда о возможности свободной комплектации систем самим потребителем большинство не только не мечтало, но даже 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 для специфических применений; магистральная структура; модульное программное обеспечение (ПО); мощная тестовая система самодиагностики; кроссистема на БЭСМ-6 для автоматизации проектирования и отладки ПО и ряд других решений.

Эти идеи позже были реализованы и в архитектуре микропроцессоров и микро-ЭВМ семейства НЦ. К реализации этих принципов были подключены соответствующие силы СВЦ. Пилотный образец НЦ-1 в короткое время был разработан, изготовлен и в декабре того же 1973 г. сдан госкомиссии, сопредседателями которой были генеральный директор НЦ А.В. Пивоваров и директор ИК АН УССР, академик В.М. Глушков.

Зарождение завода «Логика»

К этому времени завершалось строительство IV секции на южной промзоне (ныне – технопарк «Зеленоград»), предназначавшаяся СВЦ. По мере готовности помещений в них перевозилось имевшееся оборудование, закупалось новое, осваивались новые технологии, набирались специалисты. И все это без изменения плановых работ по изготовлению образцов разрабатываемых изделий, в т.ч. первой НЦ-1.

Работали очень напряженно, по графику, круглосуточно, невзирая на должности и звания, каждый делал то, что в данный момент требовалось. Давлет Исламович неоднократно садился за пульт ЭВМ или брал в руки паяльник. Основная масса участников этих работ была в возрасте до 30 лет, а молодежи свойственно шутить, и в этом недостатка не было. Один из примеров вспоминает В.Н. Шмигельский: *«Была такая жестокая шуточка. Брели длинную трубочку, подводили ее незаметно к настраиваемому блоку и с другого конца вдввали в нее сигаретный дым. У настройщиков блока паника, судорожно ищут, что сгорело. А шутникам весело. Правда, потом им иногда крупно попадало»*. Такие шутки, несмотря на их, иногда, жестокость, давали определенную разрядку и снимали напряжение.

Мини-ЭВМ НЦ-1 имела 2 варианта конструктивной компоновки: в виде автономного специального стола (таким и был первый образец) и в виде стойки. Основные устройства ЭВМ были выполнены на многослойных (до 14 слоев) печатных платах класса 4 (ширина проводников и зазоров 0,3 мм – передовой уровень того времени).

Мини-ЭВМ «Электроника НЦ-1» имела разрядность данных – 16 бит и команд – 72 бит, ОЗУ – 8 ÷ 128 Кбайт, ППЗУ – 8 Кбайт. Ее быстродействие – до 0,7 млн. оп/с. Потребляемая мощность 1100 ВА.

«Детский конструктор» НЦ-1 содержал следующие модули:

- Процессор (операционный блок ОБ-1 и блок НМК-1),
- блок оперативного запоминающего устройства ОЗУ-1,
- блоки сопряжения Т-6,
- устройство визуального отображения УВО,
- совмещенное устройство подготовки, ввода и вывода информации СУПВВ,
- накопитель на магнитной ленте в компакт-кассете КНМЛ,

• унифицированный комплект периферийного оборудования (УКПО) для связи с объектами.

В модулях ОЗУ-1 и НМК-1 был использован задел из 5Э53 с учетом совершенствования технологии, что привело к уменьшению размеров устройств.

Индукционная интегральная карта НМК-1 – диэлектрик толщиной 0,2 мм, на одной стороне которого имеется 2304 информационных и 64 маркировочных витка связи (квадрат медной фольги размером 1,6 x 1,6 мм), расположенных с шагом 2 мм. В рабочем положении карта прижимается к матрице перпендикулярных разрядных и адресных шин. Каждый виток связи располагается над соответствующим пересечением этих шин, образуя 1 бит информации. Если виток связи есть – записана «1», если его нет – записан «0». Блок НМК-1 имел информационную емкость 8К байт (1024x72 бит), контроль на четность каждого байта. Время цикла – 250 нс, выборки – 150 нс. Потребление – 70 вт.

Накопителем информации в ОЗУ-1 является матрица памяти МПМп-8, содержащая 136 адресных и 150 разрядных шин (с запасом для ремонта). Адресные шины выполняются печатными проводниками, в качестве разрядных шин используются подложки (берилиевая проволока) интегральных носителей информации – цилиндрических магнитных пленок. Блок ОЗУ-1 имел информационную емкость 8К байт (4096x18 бит), контроль на четность каждого байта. Время цикла – 700 нс, выборки – 300 нс. Потребление – 85 вт.

Для удобства блоки ОЗУ-1 и НМК-1 были выполнены в виде книжной конструкции. Они применялись в течение ряда лет, пока магнитная и индукционная память не были повсеместно вытеснена полупроводниковой.

Периферийные устройства. В то время еще не закончился период «натурального хозяйства» в вычислительной технике, когда для каждой ЭВМ создавались собственные периферийные устройства со своими схемами и протоколами подключения. Уже появились АСВТ (агрегатная система средств вычислительной техники) и ЕС ЭВМ (единое семейство ЭВМ), но купить их устройства и комплектовать ими НЦ-1 было еще практически невозможно. В связи с этим пришлось создавать свои. Для них был разработан интерфейс ввода-вывода, совмещающий интерфейсы ЕС ЭВМ и АСВТ.

Устройства визуального отображения (УВО) (в нынешней терминологии – символьный дисплей) в те времена еще только выходили из категории экзотических устройств. О режиме диалога оператора с машиной рядовой пользователь только читал в журналах, как о перспективе, а пока довольствовался множеством лампочек на пульте управления. Поэтому наличие в НЦ-1 символьного дисплея придавало ей привлекательность. УВО имело экран с диагональю 43 см на котором отображалось до 2048 (32x64) символов размером 3,5x2,5 мм. Клавиатура имела 92 клавиши. Интерфейс ЕС ЭВМ, потребление – 400 ВА.

Таких разработок в стране тогда было много, но наступила эпоха ЕС ЭВМ, приближалась пора СМ ЭВМ, которые принесли с собой международное сотрудничество стран зоны влияния СССР в рамках Межправительственной комиссии по сотрудничеству в области вычислительной техники (МПК по ВТ). Это сотрудничество принесло и международное распределение работ. Обеспечение всех стран МПК по ВТ дисплеями было возложено на Венгрию, что положило начало победному шествию дисплеев Видеотон.

Само название «Видеотон» стало в те времена нарицательным синонимом слова «дисплей»: часто видеотоном называли любой дисплей. К моменту создания НЦ-1 Видеотоны-340 уже поступали в СССР, но были остро дефицитны.

Типичными устройствами ввода, вывода, переноса и архивного хранения информации на том этапе развития вычислительной техники были перфоленты и перфокарты. Дискет еще не придумали, о CD ROM не мечтали. Выпускавшиеся тогда перфокарточные устройства были огромными и по своим весогабаритным характеристикам никак не соответствовали мини-ЭВМ. Перфоленточные устройства были достаточно компактны и с мини-ЭВМ применялись в основном они.

Для вывода информации на бумагу имелись алфавитно-цифровые печатающие устройства (АЦПУ) – гиганты не для мини-ЭВМ, и специальные электрические пишущие машинки с интерфейсом ввода-вывода (принтеров в нынешнем понимании еще не было). Они и применялись с мини-ЭВМ.

Все это были относительно небольшие устройства, но их как-то нужно было разместить рядом с НЦ-1. Мода размещения периферийных устройств на обычных рабочих столах пришла только с появлением персональных компьютеров, тогда все должно было иметь свои ноги. Ноги сделали общие, унифицированные с ногами и конструкцией стола самой НЦ-1 и УВО. Одновременно добавили получившемуся сооружению дополнительную функцию. Получилось СУПВВ – совмещенное устройство подготовки и ввода-вывода информации. Оно включало:

- ленточный перфоратор ПЛ-150 (СССР),
- фотосчитыватель перфолент FS-1501 (Чехословакия),
- печатающую машинку типа «Консул-260» (Чехословакия).

В качестве внешних запоминающих устройств (ВЗУ) в то время применялись накопители на магнитных: барабанах, дисках и лентах шириной 35 и 16 мм.

Из них по габаритно-весовым характеристикам мини-ЭВМ в какой-то мере соответствовали только НМЛ на 16-миллиметровых лентах. Другие мастодонты ни как не подходили. И когда на рынке появились бытовые магнитофоны на компакткассетах, у многих возникло желание использовать их для хранения и переноса цифровой информации. Не минула эта волна и СВЦ. Для НЦ-1, основной вариант исполнения которой первоначально был в виде стола, это был единственный выход. Выпускаемые тогда НМЛ на 16-миллиметровой магнитной ленте, хорошо встраивались в стойку, в НЦ-1 места им не было (да и купить их было практически невозможно). А кассетник встраивался без каких-либо проблем. Проблемы были в другом. Кассеты тогда были весьма отвратительного качества. Они и в бытовых магнитофонах постоянно издевались над потребителями. В журнале «Радио» и ему подобных в те годы были популярны публикации советов умельцев по доработке серийных кассет.

Для записи цифровой информации требовались кассеты более высокого качества. Пришлось разрабатывать целую кухню по доработке ширпотребовских кассет. Однако все проблемы были решены и КНМЛ с емкостью компакткассеты НК-60 5 Мбит вышел в свет. Его скорость обмена была 5680 бит/с с аппаратным контролем информации. Интерфейс – ЕС ЭВМ, питание – 220 В, 50 ВА.

УКПО. Одной из основных областей применения НЦ-1 было использование в качестве управляющей ЭВМ в автоматизированных системах управления. Для связи с датчиками и исполнительными органами системы применяются так называемые устройства связи с объектами (УСО). Обычно это блок со сменными, унифицированными по конструкции и интерфейсу одноплатами модулями. В блоке эти модули набираются для каждой конкретной системы в необходимых номенклатуре и количествах.

Подобное УСО было разработано в СВЦ и для НЦ-1. Оно получило название «Унифицированный комплект периферийного оборудования» (УКПО) и включало сначала 12 модулей УСО. Конструкция блока УКПО соответствовала популярным тогда (да и теперь) в мире стандартам КАМАК и Евромеханика. Эти стандарты обеспечивают возможность широчайшей кооперации в производстве электронной аппаратуры. Где бы ни были изготовлены модули, блоки или стойки, но если они соответствуют требованиям стандартов, их можно без каких-либо проблем применять при создании новых и модернизации существующих разнообразных систем (вариант «детского конструктора»).

В СССР тогда разгорелась интенсивная борьба вокруг Евромеханики. Одни расхваливали ее преимущества и сулили золотые горы от ее повсеместного внедрения, другие клеймили ее как систему дюймовую, для страны с метрической системой мер неприемлемую. Утверждали даже, что переход на Евромеханику потребует замены всех измерительных инструментов в стране – ясно, что это на руку только «подлым империалистам и их приспешникам».

Что же это за страшный зверь – Евромеханика.

Идеология построения Евромеханики ни у кого не вызвала возражений, копы ломались вокруг ее реализации и, особенно, размеров. А на самом деле суть борьбы заключалась в том, что противники просто не хотели ничего у себя изменять, не хотели себе дополнительных хлопот.

Коротко и упрощенно суть Евромеханики заключалась в унификации трех уровней базовых конструкций: модуль (плата), блок для вертикальной установки и электрического соединения модулей и стойка для установки друг над другом и электрического соединения блоков. По каждой из трех координат: ширина (по горизонтали вдоль фронта стойки и блока), длина (по горизонтали перпендикулярно фронту стойки и блока) и высота (по вертикали), имеются ряды унифицированных размеров, основанные на модулях приращения.

По ширине модулем приращения для блоков и модулей является 1 дюйм = 24,5 мм. Стойка и блок (для установки в стойки) имеют фиксированный размер по ширине, равный 19 дюймам, отсюда и расхожее, вводящее в заблуждение название Евромеханики – дюймовая система.

По длине для печатных плат установлено 4 типоразмера с модулем приращения 60 мм: 100, 160, 220 и 280 мм. Как видим – чисто метрическая система.

Для россиян интересен модуль приращения по вертикали. Он обозначается загадочными буквами U или HE (в американско-язычной литературе U (от Unit), в европейской – HE (от Hoeheneinheit)). Все остальные размеры по вертикали производны от U. Интересно его значение: $U=HE=44,45\text{мм}=1,75\text{дюйма}$. Это не что иное, как старый русский вершок. Век назад царская Россия была в лидерах мировой

электротехники и диктовала свои правила и размеры. С тех пор российский вершок покори́л мир и никто, кроме нас, за истекшее столетие на него не посягал.

Таким образом, называть Евромеханику дюймовой системой нет никаких оснований: она и дюймовая (по ширине) и метрическая (по длине), и вершковая (по высоте). И пугаться не метрических размеров нет никаких оснований: жизнь показала, что заменять измерительные инструменты не потребовалось.

Вернемся к НЦ-1

Она была с высокой оценкой принята государственной комиссией. Ее сопредседатель, академик В.М. Глушков особо отметил новизну и удачную реализацию создания программного обеспечения с помощью кроссистемы.

Опыт предыдущих разработок, где одним из важнейших требований была повышенная живучесть, позволил сделать высоконадежную машину. Как вспоминает А.И. Абрамов: *«Персонал международной выставки «Связь-75» удивлялся бесбойной работе «Электроники НЦ-1» с утра до вечера, в то время, как машины ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ сбиваются многократно на день».* Справедливости ради следует отметить, что НЦ-1 выполняла чисто демонстрационную циклическую программу.

Приказом МЭП серийное производство мини-ЭВМ «Электроника НЦ-1» было поручено Псковскому заводу радиодеталей (ПЗРД) Псковского объединения «Рубин». Этим же приказом для сопровождения производства там было образовано СКБ Вычислительной техники (СКБ ВТ). НЦ-1 выпускалась ПЗРД в течение ряда лет. Затем уже самостоятельно СКБ ВТ провело ее модернизацию на новой элементной базе. Новая модель «Электроника НЦ-2» в обычном исполнении и «Электроника 5Э37» специального назначения (для систем ПРО) более 15 лет выпускались на ПЗРД. ЭВМ до сих пор работают на объектах. Получило дальнейшее развитие и УКПО, которое так же со временем было переработано в МПСУ (микропроцессорная система управления), многие годы выпускавшееся как самостоятельный продукт и ставшее основой для многих других разработок СКБ ВТ.

Мини-ЭВМ «Электроника НЦ-1» положило начало одному из новых направлений развития вычислительной техники в СВЦ. Ее «Детский конструктор» активно использовался в последующих разработках: в ЦКС МГА, в КВС «Связь-1». В 1975 г., когда в СВЦ были разработаны, а заводом Ангстрем изготовлены первые отечественные микропроцессорные ИС серии 587, в рамках темы «Микропроцессор 5Ю» была начата работа по созданию нового поколения НЦ-1 на их основе. О том, что из этого вышло, мы расскажем позже.