

От электронных ламп к молекулярным схемам и нанотехнологиям

Характеризуется современное состояние технологий микроэлектроники, производства и использования компьютеров, описаны работы Института кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, связанные с развитием вычислительной техники и ее элементно-технологической базы, внесшие существенный вклад в мировое математическое машиностроение.

В наше время настольный компьютер, который по характеристикам в сотни тысяч раз превосходит первые большие ламповые ЭВМ, стал привычным помощником ученого, инженера, педагога, журналиста и практически всех других творческих работников разных специальностей. Помимо производства, он широко используется в быту как источник информации, знаний, для развлечений, создания произведений искусства и многих других целей. И эти замечательные устройства продолжают быстро совершенствоваться. Американская компания “Mercury Computer Systems”, например, создала специальную карту, добавление которой к компьютеру увеличивает его производительность на 180 миллиардов операций в секунду (для сравнения напомним, что во второй половине 70-х годов XX ст. общая производительность 14 ЭВМ Института кибернетики АН Украины была в 60 раз меньше). Специалисты из университета Техаса в Остине разработали новую архитектуру центрального процессора, способную обеспечить скорость вычислений в триллионы операций в секунду. Из калифорнийской Силиконовой долины сообщили о построении 96-процессорного компьютера — кластерной рабочей станции “Orion DS-96” размером 42 x 67 x 63 см. Процессоры размещены на 8 материнских платах, связанных между собой шиной с пропускной способностью 10 гигабайт в секунду.

Оперативная память составляет 192 гигабайта, а дисковая — 9,6 терабайт (96 жестких дисков размером 2,5 дюйма). Производительность может достигать 300 миллиардов операций в секунду. Охлаждается обычными вентиляторами, питается от простой электрической сети. Транснациональная компания “Chip PC Technologies” поместила разработанный ею компьютер “Jack-PC” (тактовая частота 333 или 500 мегагерц, постоянная флешпамять до 128 мегабайт) в стену вместо обыкновенной розетки. Снаружи смонтированы лишь 4 разъема USB, аудиовход и выход, разъем для монитора, клавиатуры и мыши, светодиод для индикации работы и кнопка перезагрузки. Система этих компьютеров предназначена для предприятий, где работает много сотрудников с программами, не требующими слишком больших вычислительных ресурсов. Экономия средств получается за счет центрального управления сетью и упрощения решения компьютерных проблем, возникающих у операторов. Кроме того, поскольку маломощные электронные устройства питаются по тем же проводам, по которым передаются данные, отпадает необходимость в блоках бесперебойного питания для каждого рабочего места, упрощается монтаж всей системы и т. д.

Высокими темпами улучшаются характеристики карманных персональных компьютеров (КПК). Тайваньская

фирма “Media Stream Technologies” выпустила в продажу такие приборы с размерами 170 x 124 x 38 и 170 x 124 x 58 миллиметров. Оперативная память 128 или 256 мегабайт. Наибольшее разрешение монитора — 1280 x 1024 пикселей при частоте 85 герц и глубине цвета 32 бита. Имеется 2 разъема USB, а также разъемы для клавиатуры, мыши и принтера. Загрузка WINDOWS — 5 секунд. Израильская фирма “CompuLab” предложила производителям свою модель CM-X 270, которая по размеру меньше кредитной карточки (66 x 44 миллиметра). Частота работы процессора 520 мегагерц, память 128 мегабайт, встроенная флешпамять 512 мегабайтов. Порты Ether net и USB. Специалисты прогнозируют, что в ближайшем будущем память КПК достигнет 250 гигабайт. Вместо жидкокристаллических экранов появятся более эффективные органические светодиодные панели с автоматической подстройкой яркости свечения. Текст будет пролистываться движением глаз и компьютер сможет идентифицировать своего владельца, определять место своего нахождения (в руках или в кармане) и, приближаясь к дому, посылать сигналы, скажем, для обогрева помещения и др.

Современная технология микроэлектроники позволяет создавать кристаллы со схемами (чипы) в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне размеров для различных назначений. Например, британская фирма “Tomaz” разработала микроскопический кремниевый чип, прикрепляемый к телу человека при помощи пластыря. На чипе размещены датчики температуры, кровяного давления, уровня сахара в крови и др., а также процессор, который обрабатывает получаемые данные и отправляет через мобильный телефон или КПК в базу данных компьютера. За состоянием здоровья, таким образом, могут следить врач или родственники больного. Фирма “Hitachi” создала чип размером 0,15 x 0,15 миллиметра и толщиной 7,5 микрона, который

передает 128-битный сигнал, характеризующий идентификационный номер. Этот кристалл был использован в более чем 22 миллионах билетов, проданных на World Expo 2005, для выявления подделок. Японцы высказывают мнение, что такого рода чипы приведут к новым видам товаров и услуг. В Америке, Мексике и других странах маленький Verichip применяется не только в области экономики, безопасности и персональной идентификации, но и в здравоохранительных целях. Его имплантируют в плечо или бедро, после чего с помощью сканера считывают необходимую информацию. Министерство обороны США заказало трем фирмам разработку системы беспроводного слежения за состоянием физического и психического здоровья солдат. Компания “Applied Digital Solutions” предложила “умное” оружие. В рукоять полицейского имплантируется чип, а в рукоятку пистолета монтируется сканер. Оружие приводится в действие только в том случае, когда сканер идентифицирует своего хозяина. Существует много и других применений чипов.

Ученые из Германии, Швейцарии и Италии с целью исследования возможности взаимодействия компьютера с живыми клетками спроектировали чип с поперечником 1 миллиметр, на котором размещены 16384 транзистора и сотни конденсаторов. На поверхность высадили нервные клетки, от которых транзисторы получают сигналы, а свои сигналы передают клеткам с помощью конденсаторов. Авторы пытаются, с одной стороны, лучше понять работу нейронов, а, с другой, изучить возможность создания чипов с памятью на основе использования живых клеток. Совмещенный с клетками чип создали также ученые из американской лаборатории в Беркли и Калифорнийского университета с целью генетических исследований. Они нашли возможность осаждать из раствора на участки чипа лишь клетки определенного типа и каждую из них покрыть 270 тысячами молекул ДНК, что вместе с дру-

гими тонкостями данного исследования, по мнению авторов, открывает интересные перспективы для создания искусственных ДНК-систем. Уже в ближайшее время на основе полученных результатов исследователи планируют создать чипы—датчики загрязняющих среду веществ, а также для испытания новых фармацевтических препаратов.

Благодаря достижениям микроэлектроники прочно вошли в нашу жизнь ноутбуки, относительно недавно появились и нашли широкое распространение все улучшающиеся мобильные телефоны, цифровые фотоаппараты, видеокамеры, прогрессирует телевизионная техника. Цифровая аппаратура не только обеспечивает высокое качество выполняемых ею функций, но и открывает возможности неожиданных новых применений. Например, на основе использования видеокамеры и специального математического обеспечения специалисты из австралийского университета “Wollongong” создали контроллер, позволяющий управлять телевизором или видеомагнитофоном простыми жестами одной руки. Американская фирма “Deja View” выпустила на рынок так называемый “запоминающий жизнь”. В его составе имеется закрепленная на очках или воротнике миниатюрная цифровая видеокамера и расположенная на поясе или в кармане относительно несложная система обработки информации. Устройство непрерывно записывает все, что “видит”, но запоминает то, что произошло за последние 30 секунд перед нажатием кнопки. Таким образом, фиксируются интересные мгновения жизни, которые при использовании обычной камеры можно упустить. В дальнейшем все, что заснято, переносится на компьютер с использованием кабеля. Двести пятьдесят британских полицейских офицеров одели видеокамеры на головы, для чего Министерство внутренних дел выделило более шести миллионов долларов. Шестимесячный эксперимент в Пли-

муте показал, что в результате количество тяжких преступлений уменьшилось на 10%, а их раскрываемость возросла на 40%, количество жалоб на действия полиции снизилось на 40% и улучшились другие показатели работы стражей порядка. Устройства типа компьютерного струйного принтера используют для изготовления бутербродов, с их помощью наносят живые клетки на подложку, которую впоследствии растворяют, и пытаются создавать человеческие органы. Специалисты из клиники искусственных тканей при университете в Токио, например, пересаживают людям искусственные кости, создаваемые на специальном струйном принтере, а строители на основе используемых в этом принтере принципов работы создают устройство, в котором вместо чернил картриджи будут содержать бетон, для изготовления домов.

Значительное развитие получили мощные суперЭВМ. Пять лет тому назад в Японии появился “Симулятор Земли” — самая быстродействующая на то время параллельная вычислительная система с 5120 процессорами (память около 4 терабайт). Она давала 40 триллионов операций с плавающей запятой в секунду. Ее назначение — создание полноценной модели нашей планеты с учетом климатических явлений, тектонических процессов, землетрясений, атмосферных характеристик, загрязнений окружающей среды и др. Пару лет спустя американское агентство NASA смонтировало машину “Columbia”, содержащую в себе 10240 процессоров. Ее скорость достигала около 52 триллионов операций в секунду при использовании лишь четырех пятых процессоров. Она предназначена для моделирования глобального климата и космических исследований. СуперЭВМ “BlueGENE/L” фирмы IBM построена на 130 тысячах процессоров и показала скорость вычисления 280,6 триллионов операций в секунду. Имеются суперЭВМ и в Европе. Эти системы уже, например, помог-

ли создать работающую атомарную модель рибосомы, виртуальную модель катастрофического потепления в прошлом и истории Вселенной, приступить к моделированию мозга человека и решить другие сложные задачи.

Согласно последнему докладу группы аналитиков Международного союза телекоммуникаций ООН, в прошлом году в мире насчитывалось около 875 миллионов интернетчиков. Сейчас человек с помощью компьютеров, ноутбуков, сотовых телефонов легко может связаться с людьми, находящимися за океанами, и получить доступ к их информации. А уже начинается новый этап развития данной сети — Интернет вещей, при котором организуются коммуникации между людьми и вещами и между самими вещами непосредственно. Эксперты прогнозируют, что Интернет данных и людей достигнет миллиардов потребителей, но еще более емким станет Интернет вещей. Сетевые чипы все чаще и чаще встраиваются в бытовые приборы, обувь и одежду. Бостонская фирма “Personica Intelligence” создала радиобудильник, который голосом будит владельца, на вопросы последнего сообщает новости, полученные перед этим из Интернета, показывает нужные иллюстрации на небольшом экране. При этом устройство узнает голос хозяина на расстоянии около 7 метров, даже если имеются помехи, скажем, от того, что беседуют другие люди или доносятся звуки музыки. Сотрудники лаборатории “Intel” в Беркли вместе с исследовательской организацией “Experimental Interaction Unit” изобрели необычный настольный светильник, снабженный датчиками неожиданных колебаний света, шума, температуры воздуха, радиации, атмосферного давления, влажности, магнитных полей, посторонних запахов и открытого огня. Данные сопоставляются с образцами характеристик региона, где находится прибор, и таким образом выявляются опасные факторы, способные нанести вред свое-

му владельцу. Кроме того, светильник самостоятельно связывается через Интернет со специальными серверами для учета внешних раздражителей (терроризм, захват заложников, состояние самого Интернета и др.). Обобщенная информация преобразуется в соответствующие нормальные или тревожные цвета и яркости. По сути прибор представляет собою некую личную тактическую систему, наверное, нужную сегодня американцам. Фирма “Vectra Sense Technologies” предложила первую в мире обувь со встроенными средствами обработки информации. Компьютеризованная обувь сама подстраивается под стиль ходьбы или бега владельца путем регулирования давления воздушных камер в передней части и под каблучком. По беспроводной связи она может соединяться с компьютером, с помощью которого хозяин подстраивает индивидуальные параметры. Ботинки этого типа способны самостоятельно выходить в Интернет для связи со своей фирмой с целью точной идентификации возможных проблем и обновления собственного программного обеспечения. При встрече на улице с другой такого же типа обувью они узнают друг друга и могут обмениваться по радио специально встроенными визитками, что потом обнаруживается на домашнем компьютере. Созданы Интернет-кормушки для домашних животных, Интернет-холодильники с вмонтированными в них вебкамерами, благодаря которым внутрь холодильника можно взглянуть издали, например, возвращаясь с работы домой и зайдя в магазин для пополнения запасов. Через Интернет можно сфотографировать диких животных на тех участках природы, где установлены вебкамеры. А трое техасцев начали реализовывать способ настоящей Интернет-охоты. За определенную сумму можно поразить в лесу дикое животное, не выезжая из города.

Микроэлектронные изделия ныне вмонтируют в одежду, появилась так

называемая растяжимая электроника, основанная на созданных растягивающихся проводниковых соединениях, вплетенных в ткань при ее производстве, в которой также оставляются специальные места для монтажа всевозможных чипов, транзисторов и т. д. Существуют, например, галстук, со встроенным мобильным телефоном, джинсовая куртка фирм “Levi” и “Filips”, оснащенная телефоном и плеером, жилет со многими датчиками, характеризующими самочувствие людей, одежда со встроенным компьютером (монитор в стеклах очков) и многое другое.

Второе дыхание получило развитие робототехники. По оценке журнала “Forbes” общий их рынок в 2006 году составил 18 миллиардов долларов и в ближайшие годы их можно будет “увидеть повсюду”. Японское Министерство экономики в прошлом году, рассмотрев 152 заявки претендентов на звание “робота года”, отдало предпочтение роботу RFS1—пылесосу фирм “Fuji Heavi Industries” и “Sumitoma”, который к тому времени уже использовался в десяти высотных зданиях. Он двигается со скоростью, зависящей от степени загрязнения, самостоятельно перемещается с этажа на этаж лифтами и после уборки возвращается на свое место. Японский робот “MOTOMAN — DA 20” разработан, чтобы заменить людей на сборочном конвейере. Он имеет две руки, по гибкости превосходящие руки человека, может удерживать детали весом до 40 килограммов. Самым большим и сильным считают немецкого робота KUKA KR 1000 “Titan”, поднимающего на вытянутой “руке” тонну груза, который он может достать на расстоянии 3 метра, а по высоте — 4,2 метра. В нем 9 моторов, вращающих сочленения по 6 осям. Ученые Имперского колледжа Лондона провели исследования робота-хирурга (“Asrobot”) при оперировании колена. Оказалось, что при работе с костями “Asrobot” достиг точности, на которую способны лишь

40% хирургов-людей. В этом же колледже разработано программное обеспечение для робота “Да Винчи”, которое вместе с использованием стереоскопического зрения и инфракрасной системы отслеживания направления взгляда хирурга проводит постоянную подстройку фокусного расстояния объектива компьютером синхронно с биением сердца. Вместе с другой электроникой это дает возможность оперировать на бьющемся сердце, причем система позволяет хирургам оперировать на расстоянии. Компанией “Abiomed” создано первое в мире полностью вживляемое постоянное искусственное сердце “Abioco” вместе с батареей, в прошлом году испытанное четырнадцатью безнадежно больными пациентами, получившими месяцы дополнительной жизни, а двум из них “Abioco” подарил 10 и 17 месяцев.

Сотрудники Массачусетского технологического института научили робота “Domo” работать в домашней обстановке. В нем 12 компьютеров, способных анализировать окружающую обстановку и обнаруживать человеческое лицо, отслеживать его перемещение. Робот распознает речь, понимает обращенные к нему команды, переносит предметы, сдвигая их “рукой” соответственно их свойствам, определяет, скажем, размер бутылки с водой, чтобы лучше ее захватить. “Domo” может брать в руки предметы, которые видит впервые. Исландская фирма “Ossur” и канадская “Dunastream Innovations” создали интеллектуальный протез ноги “Proprio Foot” (ниже колена), который, как сообщают разработчики, “думает и действует сам”. Протез идентифицирует наклоны и лестницу после первого шага, затем соответственно продолжает движение, приспосабливается к особенностям походки владельца. Коллектив ученых и инженеров лаборатории “Cybernetics” японского университета Цукубы создали роботизированные ноги, существенно облегчающие движе-

ние инвалидов и подъем их по лестницам. В Испании построили робота-библиотекаря. В Токио появились электронные гиды-переводчики. Известны также роботы-фармацевты, живущие сами по себе роботы-ящеры и много других. По всему миру распространено более 130 тысяч роботов-собак. Одни из них умеют своеобразно выражать эмоции, играть мелодии, танцевать, другие понимают человеческую речь, знают определенное количество слов, выполняют команды, такие как “сидеть”, “помаша хвостом” и др.

Японские фирмы “Kokoro Dreams” и “Advanced Media” на всемирной выставке EXPO 2005, в которой участвовала 121 страна, при входе в один из павильонов поставили девушку “Actroid” — робота, очень похожего на человека по фактуре, цвету лица и упругости кожи. Девушка понимает живую речь (японский, английский, китайский и корейский языки), синтезированным голосом отвечает на вопросы, проявляя достаточно высокий интеллект, может улыбаться, водить глазами. Американская женщина-робот “Valerie”, будучи также похожей на человека, спроектирована так, чтобы она могла убирать квартиру, накрывать на стол, стирать белье, приводить в порядок разбросанные вещи, мыть посуду, с помощью Интернета покупать авиабилеты, в случае необходимости вызвать пожарных и др. А японский инженер Хироси Исигуро сделал самого себя. Очень похожий внешне на своего создателя андроид моргает, ерзает в кресле, шевелит ногами, создает видимость дыхания (плечи мерно поднимаются и опускаются), голосом Хироси произносит слова и фразы, шевеля губами. Главная ценность этого творения в его телеинтерактивности. Андроид управляется удаленно, он с помощью специальных датчиков улавливает движения создателя, а голос воспроизводит встроенным динамиком, соединенным с Исигуро проводами или радиосвязью. Наверное,

такого типа роботы скоро появятся и со способностью размышлять и делать необходимые движения самостоятельно.

NASA испытала “думающий скафандр” с целью соединения способностей компьютера и человека при работе космонавтов на других планетах, а фирма “Lockhead Martin” — шестиколесный робот-тяжеловес “Мул”, в котором каждое колесо перемещается вверх-вниз произвольно по необходимости. Он, будучи оснащенным вооружением, миноискателем и др., может забираться на метровую ступеньку, пересекать ров, выдерживать большие крены. Кроме дизеля на борту, в ступицах колес смонтированы электромоторы. Ученые Пенсильванского университета получили от Национального фонда науки США 2,6 миллиона долларов на создание сотен взаимодействующих роботов “Скаутов” длиной 10 сантиметров с смонтированными на бортах каждой видеокамерами, тремя инфракрасными видеоискателями, двумя световыми датчиками, пироэлектрическим сенсором, двусторонней системой дистанционного управления и др. А еще роботы убирают улицы, охраняют школы, водят автомобили, копают и исследуют грунт на Марсе, изучают геологию и климат спутника, делают съемки его поверхности; летают беспилотные роботы-вертолеты, в Америке началось серийное производство летающих тарелок (8 двигателей), стабильность в полете которых поддерживается несколькими компьютерами. И существует много иных сложных систем, способных целенаправленно вести себя в изменяющейся обстановке. На повестке дня ученых промышленно развитых стран создание нанороботов, способных, оперируя непосредственно атомами и молекулами, производить разнообразные объекты как неживой, так и живой природы.

Высокого уровня достигло совершенствование технологии самой микроэлектроники, которое привело к зарождению нанoeлектроники. Корпорация

“Intel” построила чип с миллиардом транзисторов и наименьшими расстояниями между элементами схемы 45 нанометров. Фирма “Hewlett-Packard” изобрела молекулярные переключатели нанометрового масштаба, способные выполнять логические операции. Каждый из них состоит из двух параллельных очень тонких проводников и третьего, ортогонально их пересекающего и не имеющего с ними контакта. В месте пересечения проводники связываются молекулярными цепочками (кислоты). Если одно пересечение под воздействием электрического импульса открывается, то другое оказывается запертым (0 и 1). Эти схемы уже на практике показали способность хранить информацию. Авторы считают, что переключатели в цифровых схемах заменят транзисторы и это в тысячи раз увеличит скорости построенных на них устройств. В Рочестерском университете построили баллистический транзистор с отклоняющим полем, который может обеспечить скорости переключения в области терагерц. С помощью нанотехнологии в полупроводнике, в котором электроны находятся в состоянии двумерного электронного газа, создается такое размещение очень малых по размеру составляющих прибор элементов, что электронный поток под воздействием приложенного поля отклоняется к одному из двух считывающих электродов или к другому и соответственно фиксируется 0 или 1. Фирма “Nantero” изготовила память с произвольным доступом на нанотрубках. На поверхности кремниевой пластины расположены миллиарды углеродных нанотрубок, каждая из которых в 100000 раз меньше диаметра человеческого волоса. Толщина стенок составляет один атом. В основе работы ячеек лежит то, что при подаче к средней части трубки импульса напряжения она про-

гибается, замыкает контакты и остается в таком состоянии за счет баланса между механическим напряжением и действующими в системе силами межмолекулярного взаимодействия. В Америке найден способ получения разветвляющихся углеродных трубок, способных выполнять те же функции, что и полупроводниковый транзистор. В разных научных лабораториях созданы: транзистор на одной молекуле, спинтронное устройство на базе кремния, логические схемы на квантовых точках, органическая компьютерная память, биоэлектронные схемы, генератор тока в один электрон, живущая 30 лет маленькая батарейка и многое другое. Элементная база ЭВМ в своем развитии прошла путь от электронных ламп до молекулярных схем и нанотехнологий*. Благодаря этому компьютеры и другие цифровые устройства достигли таких характеристик, что они еще недавно многим даже специалистам казались невозможными. Сегодняшняя вычислительная техника стала важнейшим фактором развития всей жизни человека. Правда, описанные выше выдающиеся достижения получены за рубежом. В Украине из-за горбачевской перестройки и развала СССР промышленное производство, да и наука разрушены настолько, что в области новых технологий мы оказались позади на десятилетия, и, если срочно не будут приняты чрезвычайные меры, то отставнем на столетия, а может и навсегда. А ведь во второй половине 60-х и в начале 70-х годов XX ст. разрыв в достижениях по вычислительной технике между США и СССР, по оценке академика В.М. Глушкова, был сведен до минимума, по некоторым показателям наши разработки опережали американские. Особенно тревожит то, что высшая власть этими проблемами даже не озабочена. Хотя известно, что богатыми и

* Заметим, что наносхемотехника представляет собою лишь одно направление развития нанотехнологий, другими, привлекающими не меньшее внимание ученых, являются изготовление нанороботов и других всевозможных механизмов таких же малых размеров, сборка объектов из атомов и молекул.

развитыми странами являются именно те, где важное место занимают высокие технологии, где были осуществлены государственные и межгосударственные программы их развития (Америка, Япония, Евросоюз и др.).

Все, что сделано в области развития вычислительной техники, обязано успехам мировой науки, заметный вклад в которую внесли украинские ученые, и в том числе сотрудники Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, которому в декабре этого года исполняется 50 лет.

В Киеве под руководством академика С.А. Лебедева в 1950 г. создана первая на европейском континенте универсальная ЭВМ МЭСМ (на электронных лампах), некоторые принципы построения которой используются и в современных компьютерах. Всего лишь за два года до этого начато производство первой в мире универсальной электронной вычислительной машины IBM-603. В это же время вышла в свет книга Н. Винера «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине». Невозможно не вспомнить, что эти события вызвали всплеск всевозможных размышлений о будущем взаимодействии человека и машины. Кто-то развивал неумную фантазию, рисовал страшные картины, когда машины станут разумнее человека, выйдут из повиновения ему и овладеют миром. Другим казалось невероятным, что прибор, собранный из неживых элементов, вторгается в область интеллектуальной деятельности человека, присущей только ему. Третьи, зная сложность строения мозга, считали невозможным создание подобных ему структур на существовавших тогда и возможных в обозримом будущем логических элементах. Как видно из вышеприведенного текста, жизнь опровергла все эти сомнения. Наука шаг за шагом шла к сегодняшним свершениям.

В 1956 г. руководителем лебедевской лаборатории был утвержден молодой, талантливый и энергичный профессор

Виктор Михайлович Глушков, ставший потом академиком и превративший эту небольшую лабораторию в крупнейший Институт кибернетики АН Украины, своими выдающимися работами известный далеко за рубежами нашей страны. В декабре 1959 г. сдана в опытную эксплуатацию разработанная под руководством Л.Н. Дашевского вторая, более мощная асинхронная четырехтактная универсальная ламповая машина «Киев», еще один экземпляр которой был спроектирован для Объединенного института ядерных исследований в г. Дубно и успешно решал там сложные задачи. В 1958 г. начала работать специализированная электронная счетная машина СЕСМ для решения системы линейных алгебраических уравнений большой размерности (З.Л. Рабинович), книга о которой переведена на английский язык. В 1962 г. вышла из печати монография В.М. Глушкова «Синтез цифровых автоматов», сразу широко замеченная специалистами и, так же как следующая его книга «Введение в кибернетику» (1964 г.), переведенная на многие языки мира. Теория цифровых автоматов сыграла существенную роль в распространении формальных методов синтеза вычислительных устройств. Благодаря этой теории задачи проектирования машин, которые до этого были под силу только специалистам, обладающим высокой интуицией и опытом, стало возможным решать строго математически. Методы этой теории применялись как в отечественных, так и в зарубежных разработках. В 1964 г. за цикл работ по теории цифровых автоматов В.М. Глушков был удостоен Ленинской премии.

С самого начала работы института в нем большое внимание уделялось программированию. Под руководством Е.Л. Ющенко сотрудники разработали способы записи алгоритмов и методы программирования (граф-схемы, специализированные программирующие программы, адресное программирование и др.), оказавшие ме-

тодологическое влияние на развитие теории программирования. Особенно плодотворными были идеи адресного языка. Создавались и внедрялись в отрасли промышленности эффективные технологии программирования (И.В. Вельбицкий), развивались теория и практика автоматизации построения трансляторов. Цикл работ группы математиков (Е.Л. Ющенко, В.К. Водопьянов, Е.М. Лаврищева, И.Н. Парасюк, О.Л. Перевозчикова, В.В. Скопецкий, А.С. Стукало, Г.Е. Цейтлин) “Разработка теории и инструментально-технологических средств для создания программного обеспечения систем специального назначения” удостоен Государственной премии Украины 1992 г. В 1968 г. под руководством Т.П. Марьяновича была создана универсальная система моделирования сложных дискретных систем на основе оригинального языка СЛЕНГ.

В 1961 г. под руководством В.М. Глушкова и Б. Н. Малиновского создана первая в СССР управляющая машина широкого назначения “Днепр” на полупроводниковых элементах. (Американцы запустили аналогичную машину одновременно). У нас также отрабатывались механизмы связи между ЭВМ, например в начале 60-х годов машина, установленная на исследовательском судне “Михаил Ломоносов” в Атлантическом океане, передавала по радио данные гидрофизических исследований в Киев, где они сразу же обрабатывались. В восьмидесятые годы под руководством А.М. Лучука были разработаны технические средства организации связи в сети, издана монография “Устройства передачи дискретной информации”. Были основательно исследованы и созданы совершенные средства преобразования форм информации (А.И. Кондалев).

Значимыми и несомненно влияющими на другие разработки были проектирование и подготовка к производству первенца из семейства малых ЭВМ — машины “Промінь” для инженерных расчетов. Вначале она была задумана как настольная, и предварительные

расчеты убеждали в возможности осуществления этого проекта. Это был прообраз впоследствии появившегося американского компьютера. Но несовершенство характеристик логических элементов не позволило реализовать замысел. Тем не менее, параметры “Проміня” во многом были рекордными. Машина имела малые размеры, потребляла небольшое количество энергии и особенно важно, что на ней упрощенно решались задачи. Она была первой серийной отечественной машиной, в которой операции реализованы структурно при микропрограммной двухуровневой асинхронной системе управления, состоящей из программного и микропрограммного устройств. В 1964 г. на международной выставке в Генуе она привлекла к себе внимание многих специалистов ведущих стран.

Следующей машиной института с повышенным интеллектом была “МИР-1” (1965 г.), предназначенная для решения широкого круга математических задач инженерно-конструкторского содержания. Язык машины был близок к математическому, поэтому существенно упростилось общение с ней операторов. Впервые в СССР в ней был структурно реализован алгоритм. После экспозиции этой машины на международной выставке в Англии ее купила известная американская фирма IBM. Группе ученых Института кибернетики (В.М. Глушков, Ю.В. Благовещенский, А.А. Летичевский, В.Д. Лосев, И.Н. Молчанов, С.Б. Погребинский, А.А. Стогний) за разработку этой машины в 1968 г. была присуждена Государственная премия СССР. Спустя год в институте появилась новая машина “МИР-2”, оперировавшая символами, таящими в себе большие возможности для обозначения объектов, чем цифры. Она уже могла делать логические выкладки, автоматизировать доказательства теорем, различные преобразования формул. Оператору представлялась возможность общаться с машиной в режиме диалога с помощью светового каранда-

ша, предшественника сегодняшней мыши. По уровню внутреннего интеллекта ей не было в то время равных. Принимавшая эту машину государственная комиссия квалифицировала ее как крупный вклад в отечественное и мировое математическое машиностроение. Вскоре была разработана “МИР-3”, нацеленная на использование в качестве интеллектуальных пультов и терминалов в программно управляемых комплексах испытания готовых объектов, в автоматизированных системах проектирования информационных систем, создававшихся на базе ЭВМ на интегральных схемах. Была также подготовлена для промышленного производства машина “Днепр-2” (А. Г. Кухарчук), ориентированная на применение в качестве центрального звена в информационно-управляющих системах на промышленных предприятиях. В ней содержалась многоуровневая система прерываний, осуществлялся режим разделения времени, работала операционная система реального времени. Вместе с электронной промышленностью создавались и внедрялись в серийное производство первые в СССР микро-ЭВМ на больших интегральных схемах (А. В. Палагин). Кроме того, сотрудниками института был разработан целый ряд настольных электронных клавишных машин (“Искра”, “Рось”, “Мрія”, “Чайка”, “Москва”, “Скорпион”, “Ромб”) и др.

Толчком к развитию мировой научной мысли в области построения ненеймановских электронных вычислительных машин послужил доклад В.М. Глушкова вместе с другими авторами на конгрессе IFIP в Стокгольме, посвященный рекурсивным ЭВМ — принципиально новому типу этих устройств. После этого в разных странах значительно повысилось внимание к данной проблеме и был создан целый ряд разнообразных многопроцессорных машин. В Институте кибернетики была разработана соответствующая теория и вместе с промышленностью создана высокопроизводительная

макроконвейерная система параллельных вычислений. За создание математических моделей и программного обеспечения для решения задач на многопроцессорных ЭВМ группа ученых (В.С. Михалевич, И.В. Сергиенко, Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский, В.П. Клименко, И.Н. Молчанов, В.О. Грубин, Н.З. Шор) удостоена Государственной премии Украины в 1993 г.

Хорошо известны специалистам фундаментальные исследования ученых института, направленные на распознавание образов, построение интеллектуальных технических средств, роботов, моделирование их эмоций, за которые в 1988 г. сотрудники института А.В. Анисимов, Т.К. Винцюк, Ю.Г. Кривонос, А.В. Палагин, и в 1997 г. коллектив ученых (Н.М. Амосов, Т.К. Винцюк, Г.Л. Гиммельфарб, В.И. Гриценко, А.Г. Ивахненко, О.М. Касаткин, Е.М. Куссуль, В.В. Мацелло, В.И. Рыбак, М.И. Шлезингер) отмечены Государственными премиями Украины.

Вся история развития вычислительной техники подтверждает первостепенную роль в этом процессе элементно-технологической базы. Она представляет собою материальную основу развития. Именно от свойств используемых логических и конструктивных элементов, характеристик памяти, технологических процессов их производства в первую очередь зависят возможности машин. Однако и прогресс в области структур ЭВМ сильно влиял и сейчас продолжает оказывать свое воздействие на совершенствование элементно-технологической базы, ставит перед ней все новые и новые задачи, вплоть до использования современных нанотехнологий. Можно привести не один пример существующих в нашем институте опережающих развитие элементно-технологической базы разработок структур машин, которые не удалось реализовать сразу же после теоретической проработки. Таким, например, является проект высокопроизводительной универсальной ЭВМ “Украина”, вы-

полненный во второй половине 60-х годов под руководством В.М. Глушкова и не осуществленный практически из-за отсутствия в то время нужных элементов. Правда, коллектив авторов проекта (В.М. Глушков, А.А. Барабанов, С.Д. Калиниченко, С.Д. Михновский, З.Л. Рабинович) в 1970 г. опубликовал книгу “Вычислительная машина с развитыми системами интерпретации”, и результаты исследований стали известны широкому кругу специалистов.

В Институте кибернетики совместно с промышльностью выполнен ряд пионерных работ, направленных на повышение уровня элементно-технологической базы ЭВМ. Вместе с НИИ “Пульсар”, например, были проведены значимые исследования в области электроннолучевой микрообработки полупроводниковых материалов и ныне широко используемой в нанотехнологиях электронной литографии. Наши теоретические модели и расчеты посвящены изучению глубинных закономерностей процессов торможения и рассеяния электронных потоков в веществе, выявлению характеристик распределения выделяемой ими энергии между различными видами атомов и химических связей, механизмов происходящих при этом химических реакций и др. В 1974 г. издана монография “Электроннозондовые устройства” (В.П. Деркач, Г.Ф. Кияшко, М.С. Кухарчук), используемая в учебных курсах физических факультетов университетов и технических вузов. На международной выставке “Автоматизация-69” демонстрировалась созданная нами специально предназначенная для точного управления электроннолучевыми технологическими процессами цифровая машина “Киев-67”, где она удостоена высшей награды. Кроме высоких характеристик, новинками в ней были плоский электролюминесцентный экран и способность воспроизведения мелодий, что привлекало к себе большое внимание как отечественных, так и зарубежных

специалистов. Вслед за этой машиной была разработана ЭВМ “Киев-70” для управления процессами электронной литографии, с помощью которой в НИИ “Пульсар” были созданы субмикронные интегральные схемы с рекордными на то время размерами (0,5 — 0,7, а в отдельных случаях 0,3 микрона). В НИИ “Сатурн” на комплексе оборудования, управляемом машиной “Киев-70”, производились сверхвысокочастотные транзисторы (60 Ггерц), что также было на уровне мировых достижений. В Институте кибернетики эта машина использовалась как оконечное звено системы автоматизации проектирования ЭВМ “Проект”, описанной в книге В.М. Глушкова, Ю.В. Капитоновой, А.А. Летичевского “Автоматизация проектирования вычислительных машин”. Работы Института кибернетики, посвященные решению проблем автоматизации проектирования и изготовления ЭВМ и их компонентов, нашедшие широкое применение, отмечены Государственной премией СССР 1977 г. (В.М. Глушков, В.П. Деркач, Ю.В. Капитонова).

А еще были исследованы математические модели плазмохимических технологических процессов, возможности применения силицидов кобальта для формирования скрытых высокопроводящих слоев в интегральных схемах, созданы новые типы сверхвысокочастотных интегральных схем и других субмикронных структур, изучены методы построения электролюминесцентных, плазменных и жидкокристаллических экранов для отображения информации. Осуществлена разработка памяти на магнитных пленках (Г.А. Михайлов), проведен большой комплекс пионерных работ в области низкотемпературной электроники (И.Д. Войтович) и выполнено много других значимых теоретических и экспериментальных разработок.

Это, конечно, не все работы Института кибернетики НАН Украины, непосред-

редственно связанные с развитием вычислительной техники и ее элементно-технологической базы. Они выполнены на уровне мировых достижений своего времени, высоко оценены науч-

но-технической общественностью, широко известны как в нашей стране, так и за рубежом и внесли существенный вклад в мировое математическое машиностроение.

Получено 20.08.2007

В.П. Деркач

Від електронних ламп до молекулярних схем і нанотехнологій

Характеризується сучасний стан технологій мікроелектроніки, виробництва і використання комп'ютерів, описано роботи Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, пов'язані з розвитком обчислювальної техніки та її елементно-технологічної бази, що зробили суттєвий внесок у світове математичне машинобудування.

В.Я. Валах

Научная молодежь Института кибернетики в первые годы его становления и развития

Воспоминания одного из ветеранов Института кибернетики о первом периоде его существования, положении и работе научной молодежи и работе с молодежью в нем.

Как и многие ветераны Кибернетического центра, я часто и с огромным удовольствием вспоминаю свои первые годы работы в Институте кибернетики. Иногда выпадает счастливая возможность поговорить об этом с кем-то из старых друзей и коллег, кому все это также дорого и понятно. Тогда, перебивая друг друга, мы с упоением начинаем вспоминать некоторые события и отдельные эпизоды, смеясь и вздыхая, “как здорово все это было”. И вместе с тем я все чаще ловлю себя на мысли, что рассказывать какие-то интересные и смешные эпизоды из нашей научной молодости нынешней молодежи становится все труднее и труднее. Ведь они все это воспринимают уже с сегодняшних своих позиций и взглядов, тенденций и мировоззрений. Они просто не могут понять и осмыслить многого, что было простым и понятным для нас в 60-е и 70-е годы прошлого века. И в

первую очередь того, что было главным для нас в те годы, — нашей преданности науке, гордости за свою страну, дружбы и взаимопомощи, веры в то, что мы имеем счастье заниматься самой молодой и перспективной наукой того времени — кибернетикой.

После окончания механико-математического факультета Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко я пришел на работу в Институт кибернетики Академии наук Украины в 1965 году и был зачислен в отдел В.С. Михалевича, тогда еще 35-летнего кандидата наук, а впоследствии академика, директора Института кибернетики, академика-секретаря Отделения информатики НАН Украины. Я стал членом коллектива молодых, одержимых наукой людей, которые умели удивительно органично сочетать научные дискуссии и споры с юмором и шутками, с увлечением поэзией и спортом, с искренним от-

© В.Я. Валах, 2007