

# ТЕХНИКА

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1985/9

## ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

*О компьютерной  
грамотности*

*Мозаика  
для лектора*

*Практика  
восемидесятых...*

В. Овчинкин  
В МИРЕ  
КОМПЬЮТЕРОВ



# ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

НОВОЕ  
В ЖИЗНИ,  
НАУКЕ,  
ТЕХНИКЕ

**ТЕХНИКА**

№ 9

Издается  
ежемесячно  
с 1961 г.

## **ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ**

---

В ЭТОМ НОМЕРЕ

---

**В. Овчинкин,**

кандидат технических наук

### **В МИРЕ КОМПЬЮТЕРОВ**

(ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ)

---

РЕДАКЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

---

**В. Сифоров,**

член-корреспондент АН СССР

### **К ЧИТАТЕЛЮ**

---

**А. Ершов,**

академик

### **О КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ**

---

ББК 72  
Д 70

# РЕДКОЛЛЕГИЯ

**Н.В. Фролов,**

академик  
(председатель)

**А.И. Аристов,**

кандидат технических наук

**Ю.Н. Астахов,**

кандидат технических наук

**Б.М. Базров,**

доктор технических наук, профессор

**Г.В. Веников,**

кандидат технических наук

**Л.И. Волчкевич,**

доктор технических наук, профессор

**В.А. Данилычев,**

доктор физико-математических наук,  
профессор

**В.Я. Зайцев,**

доктор технических наук, профессор

**Е.П. Попов,**

член-корреспондент АН СССР

**Э.Я. Сапожников,**

зам. начальника отдела  
Госкомизобретений

**Р.А. Чаянов,**

начальник отдела ГНТ

**К.Ю. Чириков,**

кандидат технических наук

**Г.Д. Шнырев,**

доктор технических наук

## К читателю

Вычислительная техника достаточно широко используется в различных отраслях народного хозяйства, науки и техники. Проведение математических экспериментов, машинного моделирования и сложных вычислений в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполнение при помощи ЭВМ огромного количества плано-статистических и счетно-бухгалтерских операций, использование станков с числовым программным управлением и автоматизированных систем управления технологическим производством цехов, заводов и даже отдельных отраслей промышленности — вот только некоторые из характерных примеров применения вычислительной техники в наши дни.

Сегодня преимущественную часть парка ЭВМ составляют машины коллективного пользования, общаться с которыми большинству специалистов удастся лишь при помощи посредников — высококвалифицированных программистов, знатоков машинных языков. Но такое посредничество далеко не всегда удобно, замедляет темпы работы, и постепенно ситуация начинает меняться коренным образом. В скором будущем, по оценкам экспертов, значительный удельный вес приобретут индивидуальные вычислительные машины. Специалист, сидящий за пультом дисплея, станет столь же традиционной фигурой в лабораториях, конструкторских бюро, конторах, банках, магазинах и даже школах, как ныне уже стал привычным человек, считающий на микрокалькуляторе.

В немалой степени этому обстоятельству способствует главная особенность нового поколения вычислительных машин — их всеобщая доступность. Индивидуальные машины можно установить не только на рабочем месте, но и у себя дома, использовать их не только в сугубо производственных нуждах, но также и в целях развлечения — электронные игры получают все большую популярность у подрастающего поколения. Для общения с такими машинами вовсе не надо изучать специальные машинные языки, достаточно знания немногих, сравнительно простых правил. Ознакомившись с ними, вы сможете обращаться с вычислительным устройством с такой же легкостью, как с телефоном, телевизором и пишущей машинкой.

В то же время персональная машина обладает достаточно большими функциональными возможностями. Ведь она является неотъемлемой частью огромной системы; используя телефонный канал связи, она позволяет быстро связаться с любым из вычислительных центров, входящих в местную, региональную или национальную вычислительную сеть, обеспечивая, таким образом, невиданное ранее повышение производительности труда каждого работающего.

Не случайно индустрия информатики на недавнем совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса была названа «катализатором прогресса». ЭВМ становится исключительно важным элементом повышения научно-технической культуры народного хозяйства.

Вот только один пример. Современный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) — сложнейшее устройство, насыщенное микропроцессорной техникой. Появление его в заводском цехе потребовало кардинальных перемен в производстве. Прежде всего соблюдения идеальной технологической дисциплины. Если обычный станок еще прощает производителям какие-то технологические нарушения, скажем, использование масла не совсем той марки или заготовок чуть большего диаметра, то электроника таких допусков не терпит, она попросту отказывается работать.

Далее, станок с ЧПУ сегодня обслуживает достаточно много специалистов — инженер-программист, наладчик, гидравлик, специалист по электронике... Но нужны ли они? Ведь выполнял же раньше всю работу по обслуживанию станка один рабочий?.. Правда, станочник в таком случае должен стать универсалом высочайшей квалификации, совместить в себе и специалиста по вычислительной технике, и наладчика, и гидравлика... Но ведь всему этому человека можно научить.

Конечно, это, в свою очередь, требует коренной перестройки всей системы нашего образования. Нужно высокими темпами вводить ЭВМ-образование в школах, ПТУ, техникумах, институтах... Сегодня умению обращаться с ЭВМ нужно учить так же, как учат читать и писать. Ликвидация компьютерной безграмотности — одна из важнейших задач наших дней.

В. И. СИФОРОВ,  
член-корреспондент АН СССР

---

*В. Овчинкин*

# **В МИРЕ КОМПЬЮТЕРОВ**

---

Компьютеры наших дней. За сравнительно короткий промежуток времени элементная база ЭВМ изменилась самым кардинальным образом — от электронных ламп и механических реле до кремниевых монокристаллов. Однако блок-схемы компьютеров и принципы их работы долго оставались практически одними и теми же. Но ныне темпы научно-технического прогресса в области довольно быстро меняются. Существовавшее положение дел объясняется несколькими причинами.

Во-первых, когда создавались первые ЭВМ, стоимость оборудования была весьма высока. Поэтому экономить приходилось, расширяя использование программного обеспечения. Все действия машины тщательно «разжевывались» программой. Но с тех пор стоимость оборудования неуклонно снижается; разработка же программ по-прежнему остается довольно дорогостоящим делом — ведь она требует привлечения квалифицированных специалистов, которые порою тратят на подготовку программы многие месяцы. И сегодня стоимость программного обеспечения примерно равна стоимости самой ЭВМ. Конечно, это уже никого не устраивает.

Во-вторых, сами по себе принципы последовательных действий, на которых были построены все программы прошлого и большая часть программ настоящего, тоже устарели. Они ограничивают быстродействие компьютеров, не позволяют полностью использовать их возможности.

И наконец, в-третьих, устарели и принципы построения микропроцессоров — основных устройств современных компьютеров. Чтобы понять, в чем тут дело, обратимся к примеру.

Современные компьютеры малоэффективны для выполнения операций умножения и деления. Они могут умножать, только последовательно складывая. Скажем, для того чтобы умножить  $6 \times 5$ , машина выполняет такую операцию:  $6 + 6 + 6 + 6 + 6$ . Крайне неудобно, поскольку во многих областях применения вычислительной техники — например, для распознавания речи или в

трехмерной машинной графике — используются уравнения, работа с которыми связана с многочисленными операциями умножения.

Так что же предлагают специалисты? Одно из решений — использование специализированных устройств, например умножителей. Микропроцессоры с подобными устройствами значительно быстрее умножают и делят. Другая идея — несколько параллельно работающих ЭВМ или процессоров. В этом случае задействуется несколько (вместо одного) каналов связи между запоминающим устройством, в которое вводятся исходные данные и программа действий, и процессором, в котором эти действия выполняются.

Но еще более радикальное решение — создание компьютера с поточной обработкой информации. Здесь мы отказываемся от традиционной — шаг за шагом — обработки. Вместо этого ЭВМ выполняет команду тогда, когда поступает информация, которую необходимо переработать. То есть, иными словами, структура такой машины блочная; обрабатываемые данные передаются из одного блока в другой, каждый из которых специализирован. Когда две цифры поступают в блок сумматора, он их суммирует. В умножитель — перемножает и т. д. Это обеспечивает высокую скорость расчетов.

Однако значительно усложняется и система контроля выполняемых операций. Впрочем, эти трудности в настоящее время довольно успешно преодолеваются. В качестве примера удачной разработки можно назвать вычислительную систему ПС-2000: 64 процессора, используемые для решения задач геофизики, метеорологии, картографии, медицины, биологии, проектирования, управления и т. д. Подобные же системы создаются в США, Великобритании и других странах. Так, фирма «Интел» в июне 1985 г. намерена начать серийное производство нового семейства ЭВМ параллельного действия производительностью до миллиона операций в секунду с плавающей запятой [1].

В ЭВМ этого семейства имеются десятки взаимосвязанных и взаимодействующих микро-ЭВМ с централизованным управлением, решающих отдельные части общей вычислительной задачи. В первых трех моделях ЭВМ используется соответственно 32, 64 и 128 микрокомпьютеров. Каждый из них находится в узле вычислительной сети, называемой «гиперкубом», а емкость децентрали-

зованного запоминающего устройства этих компьютеров соответственно 16, 32 и 64 млн. байтов. Узел в гиперкубической сети соединяется с соседними узлами высокоскоростными каналами связи. Через канал общей связи узлы подключены к местному ведущему процессору, выполненному на основе микро-ЭВМ «286/310» с операционной системой «Ксеникс»; он может обеспечить программное управление. Для программирования используются языки ФОРТРАН-286, С и АССЕМБЛЕР-286.

Количество узлов, а следовательно, и количество связанных каналов определяют размерность гиперкубической структуры. При этом общее число узлов составляет  $2^n$ , где  $n$  — размерность структуры. То есть, скажем, пятимерная ЭВМ имеет в своем составе  $2^5$  узлов, каждый из которых, в свою очередь, соединяется с пятью соседними узлами.

Гиперкубическая структура построения ЭВМ параллельного действия разработана в Калифорнийском технологическом институте. К достоинствам ее относят возможность увеличения количества узлов, а следовательно, и производительности компьютеров, а также оптимальность связей между компонентами и их соответствие решаемым задачам. Новые ЭВМ будут применяться для моделирования при исследованиях в различных областях физики и химии, разработки структур и алгоритмов параллельной обработки в сфере искусственного интеллекта, в системах машинного проектирования и т. п.

Наконец, продолжается совершенствование и самой элементной базы. В качестве примера можно назвать хотя бы СКУИД. Аббревиатура эта составлена из первых букв английского названия «сверхпроводящее квантовое интерференционное устройство». Его «родителями» стали квантовая электроника и сверхпроводимость, а принцип, на котором работает СКУИД, основан на следующем физическом явлении. Как известно, при постепенном охлаждении проводника его сопротивление уменьшается также постепенно. Когда температура достигает окрестностей абсолютного нуля, сопротивление резко, скачком падает — начинается область сверхпроводимости. Вот какое объяснение данному явлению дает квантовая механика. Движение электронов в твердом теле при наложении электрического поля отличается от беспорядочного теплового движения примерно так же, как движение толпы на базарной площади от движения

колонны демонстрантов — все движутся в одну сторону. При превращении проводника в сверхпроводник происходит еще одна метаморфоза — «демонстранты» становятся «физкультурниками», колонны не только движутся в одну сторону, но и все шагают в ногу, держа равнение.

Какие причины заставляют электроны придерживаться строгой дисциплины? Когда отрицательно заряженный электрон движется среди положительно заряженных ионов по кристаллической решетке, вокруг него образуется своеобразная оболочка, «облако», или, иначе говоря, наведенное поле от положительных зарядов. Через некоторое время два электрона могут слить свои «облака» в одно общее. Образуется электронная пара. Такой процесс носит название «энергетического выигрыша» — вдвоем существовать легче, чем одному. Электронная пара позволяет электронам «дисциплинировать» движение, без потерь проходить сквозь электронную решетку. Проводимость благодаря этому эффекту становится сверхпроводимостью.

Ну а там, где есть электрический ток, непременно существует и магнитное поле.

Верен этот физический закон и в данном случае. Правда, с одной оговоркой: магнитный поток, образованный при движении тока по сверхпроводнику, не совсем обычный. Он квантованный, т. е. поделенный на мельчайшие порции, кванты. А это значит, что появилась еще одна возможность синтеза приборов точной цифровой измерительной техники. Обычно для нее непрерывные, аналоговые величины, специально квантуют, используя аналого-цифровые преобразователи; а здесь поток электронов с информацией о каком-то процессе уже проквантован.

В настоящее время сверхпроводящие квантовые интерференционные устройства используются в измерительной технике для создания высокоточных приборов. Но в будущем, возможно, подобный эффект найдет себе применение в создании элементов новых ЭВМ.

Предполагается также использовать в вычислительной технике и новый посетитель. Традиционные электроны специалисты решили заменить фотонами. Крошечные частицы света, как полагают многие ученые, позволят создать вычислительные машины так называемого ассоциативного поиска.

**«Человеческие способности» машин.** Современные компьютеры не только быстро считают. Они могут хранить подготовленную к обработке информацию в большом объеме. Но, в отличие от человеческой памяти, машины не анализируют содержание информации, систематизируя ее, а хранят просто «внавал» — по принципу поисковых рубрик или адресов.

До недавнего времени создать ЭВМ, которые разбирались бы в содержании информации, не могли. Не удавалось составить соответствующие программы, не было устройств с достаточным объемом памяти. Но вот недавно в Ганновере электронный концерн «АЭГ-Телефункен» продемонстрировал устройство, которое в сочетании с обычными мини-компьютерами даст возможность использовать самые современные методы обработки информации.

Так называемая ассоциативная память нового компьютера ведет поиск информации не по заданному коду, а ориентируясь по смыслу запроса, подобно тому, как это делает человек. Например, если спросить человека, кто из его близких друзей носит фамилию Иванов, он мгновенно назовет их, пользуясь всем объемом своей памяти. Машина же до недавнего времени, прежде чем дать ответ на такой вопрос, должна была, во-первых, знать адрес, по которому в ее памяти находится данная информация, а во-вторых, при поиске систематически перебрать все ячейки памяти, пока не дойдет до нужной.

Квазиассоциативное же накопление информации стало реальней потому, что машина теперь получила возможность вести поиск нужной информации параллельно сразу в 32 ячейках памяти. В каждой из этих ячеек хранится так называемое суперслово длиной в 25 байт, с кратким описанием какого-либо предмета или понятия. Как только содержание ячейки совпадает с искомым понятием или комбинацией нескольких понятий, соответствующая ячейка помечается и в конце поиска машина выдает сразу всю информацию из помеченных ячеек.

В техническом плане сердцевина «Синфобейс» — так назвали свою разработку ее создатели — представляет собой ассоциативный накопитель, запоминающее устройство на магнитных дисках емкостью 12 млн. байт. Кроме того, в машине имеются блок управления и переходное устройство. Принцип работы таков: с диска снимаются данные 32 ячеек и передаются в накопитель, где их

одновременно обрабатывают. По окончании обработки туда вводят информацию следующих 32 ячеек. И так до тех пор, пока не будет сделана полная выборка всех необходимых данных.

«Синфобейс» — не самостоятельная ЭВМ, а лишь приставка к обычным малым компьютерам. Возможные области применения новой техники — обработка литературных источников, технических правил и нормативов, расписаний движения транспорта... [2].

И это не единственный случай, когда машины начинают проявлять чисто человеческие, как еще недавно казалось, свойства. Так, например, если ЭВМ с параллельным принципом работы можно отнести к машинам четвертого поколения, то уже в настоящее время специалисты думают о том, какими будут ЭВМ пятого поколения, появление которых намечено на 90-е годы нашего столетия. Основное отличие этих машин от ныне существующих японские специалисты, к примеру, видят в том, что такие компьютеры будут наделены способностью воспринимать речевые команды на разных языках. То есть, с такой ЭВМ уже можно будет общаться примерно так же, как мы общаемся друг с другом. Понимать отдельные слова и предложения, произносить вслух целые фразы, автоматически переводить с одного языка на другой умеют уже современные ЭВМ.

Более того, специалисты полагают, что в будущем удастся создать вычислительные машины весьма малых размеров на биологической основе. Причем компьютеры эти и по своей структурной сложности, и по своим возможностям будут приближаться к живой клетке! Об этом с достаточной степенью реализма позволяет говорить биотика — новая отрасль науки, появившаяся на стыке микроэлектроники и генной инженерии.

Такие компьютеры, возможно, даже научатся читать наши мысли! Во всяком случае, о такой возможности вполне серьезно рассуждают американские исследователи, проводившие ряд опытов, в ходе которых выяснилось, что, анализируя биотоки, поступающие из разных областей мозга, машина способна улавливать не только эмоциональное состояние человека — спит он или бодрствует, спокоен или в гневе, — но в ряде случаев даже определить направление его мыслей: думает ли человек о приятном или что-то угнетает его...

И наконец, уже сегодня просматривается принци-

альная возможность вживления биологических компьютеров под кожу человека, с тем чтобы заменить отмершие нервные волокна или, быть может, даже отдельные клетки мозга!

**Рабочее место ученого, конструктора, школьника...** Конечно, разговор о создании «вычислительных центров», имплантируемых под кожу, — пока из области научной фантастики. Но тем не менее уже в наши дни мы можем наблюдать процесс все более тесного сближения сотрудничества человека с машиной. В качестве примера можно привести хотя бы такие сведения. За период с 1980 по 1984 год в Англии и Уэльсе на приобретение компьютеров и программ к ним для средних школ было израсходовано 36 млн. фунтов стерлингов [3].

Наибольший интерес уроки с применением ЭВМ вызывают у детей в возрасте 11—12 лет. Чаще всего компьютеры используются в преподавании таких предметов, как математика, география, при изучении самой компьютерной техники. Как правило, полученных в результате обучения знаний еще недостаточно, чтобы школьники стали подлинными специалистами вычислительной техники, но приобретенные навыки не только облегчают контакт с вычислительной техникой, а и способствуют развитию у детей абстрактного мышления.

Кроме того, применение ЭВМ само по себе открывает новые возможности обучения. Например, на уроках теперь можно широко использовать цветные графики, нарисованные световым пером на экранах дисплеев, синтезаторы речи, указывающие на неправильность произношения при изучении иностранных языков, и т. д. Широко используются компьютеры и для электронных игр. Причем программы для таких игр школьники во многих случаях могут составлять сами, используя облегченные машинные языки, наподобие ЛОГО, специально разработанного для этих целей в Массачусетском технологическом институте (США).

Подобные системы распространяются все больше не вследствие некой моды на машинное обучение, а как логическое развитие общей стратегии компьютеризации во многих странах. Обучение школьников навыкам обращения с компьютером необходимо потому, что, став взрослым, человек наших дней будет общаться с миром вычислительных машин еще теснее независимо от того, какую профессию он себе выберет,

Чтобы не быть голословными, давайте рассмотрим несколько конкретных примеров того, как машины помогают в работе людям различных специальностей.

Еще недавно рабочее место ученого представляли себе примерно так: тишь кабинета, письменный стол, заваленный бумагами, многочисленные стеллажи с книгами, журналами и прочей печатной продукцией... И среди всего этого человек в очках, ставящий бесчисленные непонятные закорючки на листах бумаги.

Однако время ученых-затворников безвозвратно ушло. Науку сегодня двигают вперед не отдельные, пусть и талантливые, личности (хотя и они необходимы), а коллективы ученых. Сегодня, даже сидя в своем кабинете, ученый не порывает связи с коллегами, активно использует в работе банк данных, заложенных в вычислительную машину, и всю мощь современного вычислительного центра.

Наряду с обычным письменным столом, а иногда уже и вместо него главенствующее место в рабочем отсеке ученого занимает дисплей — гибрид телевизора и пишущей машинки — это внешние его стороны. По сути же своей дисплей — одно из многочисленных периферийных устройств мощного вычислительного центра дополнено еще и своим собственным мини-компьютером.

Все необходимые данные, все вычисления специалист может воспроизвести на телеэкране дисплея. В случае необходимости мини-компьютер по телефонным каналам связи соединяется с центральным вычислительным центром, получает недостающую информацию. Если для решения задачи мощности мини-компьютера не хватает, можно призвать на помощь большую вычислительную машину.

Особенно ценен компьютер при вычислительных экспериментах. Попробуем пояснить суть дела. Помните спор древнегреческих мудрецов о том, догонит ли быстrego Ахилл черепаху? Вероятно, это был один из первых в истории человечества мыслительных экспериментов. В данном случае не столь важно, что неверные предпосылки привели к неверному результату — человечество копило опыт в такого рода делах. Потом на какое-то время эксперимент мысленный уступил первенство эксперименту натурному: тот был нагляднее, в ряде случаев быстрее позволял добраться до истины. Но в наши дни, очевидно, спираль развития человечества совер-

шает свой очередной виток: зачастую ученые обращаются к мыслительному эксперименту, прежде чем провести эксперимент натуральный.

Дело в том, что многие экспериментальные установки сегодняшнего дня настолько громоздки и сложны, требуют таких энергетических и материальных затрат, что при каждом запуске, скажем, гиперзвукового самолета или космического корабля, синхрофазотрона или токамака специалисты стараются предугадать, каких результатов можно ожидать от данных испытаний. В этом случае на помощь экспериментаторам и приходит мыслительный, математический эксперимент.

«Это, по существу, определение свойств и характеристик рассматриваемого явления, процесса или состояния путем решения с помощью ЭВМ неких уравнений — математических моделей, — сказал по этому поводу академик О. М. Белоцерковский. — Важно так сконструировать приближенную модель, чтобы она достаточно точно отражала характерные свойства рассматриваемого явления и в то же время была доступной для исследования. Понятно, что все это представляет большие трудности. Лишь с помощью современных ЭВМ удастся проводить численное моделирование достаточно сложных природных и технических систем».

В качестве выразительного примера такого вычислительного эксперимента можно привести математическое моделирование процесса термоядерной войны, проведенное недавно советскими и американскими учеными. Хотя группы исследователей работали независимо друг от друга, результат они получили однозначный: даже в том случае, если одна страна нанесет термоядерный удар по территории другой и не получит ответного удара, облака термоядерного пепла и пыли распространятся в атмосфере всего земного шара и в короткий срок перекроют доступ на земную поверхность солнечным лучам. На планете начнется лютая зима, которая может продолжаться несколько лет подряд, что наверняка приведет к гибели всего живого на Земле.

Таковыми же методами ученые пытаются в настоящее время решать задачи оптимального стратегического планирования и управления отдельными отраслями промышленности или даже решать проблемы экономики всей страны в целом. Подробнее мы поговорим об этом в заключительной части брошюры, а теперь рассмотрим,

как с помощью компьютеров решаются сегодня задачи более конкретного, скажем, инженерно-технического плана.

В настоящее время львиную долю труда инженера-конструктора отнимает процесс непосредственного изготовления чертежей, графиков и прочей конструкторской документации. Облегчить и ускорить эту работу во многом способны компьютерные системы. Так, фирма «Диджитал рисерч» разработала комплект аппаратуры и средств программирования, обеспечивающий быстрое изготовление слайдов или диапозитивов с графической и текстовой информацией [4].

Основой нового комплекса является специальный вариант проекционной установки «Пэлит» фирмы «Полароид», которая подключается к персональной микро-ЭВМ. Видеоиндикатор дисплея этой ЭВМ используется для подготовки диапозитива с помощью специальных графических подпрограмм. По мере того как длится процесс «вычерчивания», на проекционной трубке проектора воспроизводится черно-белое изображение составляемого чертежа или графика с разрешающей способностью  $640 \times 640$  элементов.

Оператор имеет возможность вмешиваться в работу машины, поправляя изображение при помощи светового пера. Кроме того, такой интерактивный режим позволяет по специальным командам получать зеркальные отображения отдельных частей изображения, увеличивать или уменьшать масштаб, менять местами те или иные узлы...

После того как окончательный вариант чертежа подготовлен, с помощью клавишных устройств выбираются цвета различных участков и элементов изображения, которые создаются цветными фильтрами при проецировании изображения на 35-мм фотопленку. Таким образом можно подобрать любое сочетание из 32 цветов, которыми обладает «палитра» данной системы.

Получение готовых диапозитивов автоматическое. Фотопленка перематывается по мере экспонирования в фотоаппарате, который монтируется на задней стенке проекционной установки. Проявляют экспонированную фотопленку сухим способом в течение двух минут. Кроме того, установка снабжена механизмом для разрезания пленки на отдельные диапозитивы, помещенные в

пластмассовые рамки для использования в слайдоскопах и проекторах.

Такая система позволяет избавиться от множества громоздких бумажных рулонов, которые еще недавно загромождали архивы каждого конструкторского бюро. Сегодня по мере надобности тот или иной слайд может быть вставлен в специальное копирующее устройство, и многоцветные перья автоматического графопостроителя за несколько минут воспроизведут необходимый чертеж на бумаге в заданном масштабе.

Более того, существуют комплексные системы «сквозной» автоматизации, позволяющие выполнять как машинное проектирование, так и управление производственным оборудованием с числовым программным управлением. Так, например, фирма «Контрол дейта корпорейшн» разработала систему, в функции которой входит не только геометрическое моделирование, проектирование, изготовление чертежей, но и подготовка программ для числового программного управления [5]. По окончании вычерчивания методом конечных элементов моделируются детали или узлы. Цель моделирования — проверить, удовлетворяет ли созданная деталь определенным функциональным требованиям. Модель представляет собой чертеж в виде сетки в системе прямоугольных, цилиндрических или сферических координат. Чертеж этот может поворачиваться под любым заданным углом или ракурсом. Кроме того, в необходимых местах можно произвести сечения или отделения различных частей детали с тем, чтобы выявить возможные ошибки и их исправить. Система позволяет получать сеточные модели, содержащие до 200 пересечений, а детали сложной формы при анализе могут расчленяться на сколь угодно большое количество отдельных частей.

При составлении программы для числового программного управления система автоматически рассчитывает и определяет порядок перемещения режущего инструмента по геометрической форме спроектированной детали. После этого программа может быть непосредственно введена в станок.

**Роботы идут.** Еще сравнительно недавно робота отождествляли с механической человекообразной куклой, проделывавшей те или иные движения по заранее заданной программе. Сегодня приведенное понятие на-

много усложнилось и расширилось. И немалая заслуга в этом современной вычислительной техники.

Завод будущего? Нет, настоящего! «На заводе компании «Фанук», разместившемся в желтых зданиях среди зеленого соснового леса близ Фудзиямы, автоматические центры и роботы по ночам, как правило, работают без присмотра, — пишет корреспондент нью-йоркского журнала «Форчун». — Только вспыхивают тусклые голубые сигнальные огоньки, когда автоматические тележки, словно призраки, двигаются в полумраке...» [6].

И хотя многие специалисты полагают, что этот завод стоимостью 32 миллиона долларов — всего лишь своего рода витрина, показывающая принципиальные возможности такого рода систем, вероятно, нам не вредно ознакомиться с ним подробнее. Ведь витрина хотя и рассчитана прежде всего на рекламу, тем не менее дает представление о содержании всего магазина.

Итак, что же собой представляет автоматизированный завод наших дней? Завод, само существование которого, как будет ясно чуточку позднее, стало возможным лишь благодаря новым компьютерным системам.

Этот завод, один из двух составляющих фудзиямский комплекс, изготавливает детали для роботов и станков. За механической обработкой, которая происходит на площади 54 тыс. м<sup>2</sup>, наблюдает по ночам при помощи дисплея единственный оператор. Когда что-то из оборудования выходит из строя, его задача — обесточить данный участок, в то время как на остальных работа будет продолжаться. Восстановлением его работоспособности займется с утра специальная наладочная служба.

Тридцать секций механической обработки состоят из станков с компьютерным управлением, обслуживаемых роботами, из манипуляторов, переносящих материалы, мониторов и программируемого контрольного устройства, координирующего все рабочие процессы. Компания «Фанук» подсчитала, что ей, вероятно, потребовалось бы в десять раз больше оборудования и во столько же раз больше рабочих, чтобы иметь тот же выход продукции на обычном оборудовании. Сейчас же их на заводе всего около 100 человек. Один работник наблюдает за 10 секциями механической обработки; остальные заняты техническим уходом за оборудованием и сборкой готовой продукции из поставляемых роботами деталей.

На другой стороне улицы размещается еще один ро-

ботизированный комплекс. Здесь установлено 60 секций механической обработки и 101 робот. В большом двухэтажном здании ведется и автоматическая обработка, и сборка. Здесь делают около 10 тыс. электромоторов в месяц. Причем люди работают только днем; ночью и этот комплекс функционирует в автоматическом режиме.

— Но ведь подобные автоматизированные комплексы существуют довольно давно, — возможно, заметит читатель. — Например, в нашей стране практически полностью автоматизированы подшипниковые заводы...

Совершенно верно. Но автоматизация на подшипниковых заводах основана на автоматических поточных линиях. Такая линия состоит из нескольких станков-автоматов, каждый из которых предназначен для выполнения строго определенных операций. Вот это как раз и основное различие между автоматизированными заводами и новым производством, основанным на использовании ГПС — гибких производственных систем.

Станки-автоматы практически не поддаются переналадке. Из дня в день они выполняют одну и ту же работу; и если вдруг миновала надобность в данном виде подшипников, то перестроить линию на выпуск другого вида продукции, как правило, невозможно — надо практически полностью менять станочный парк.

Иное дело — ГПС. Каждая такая система состоит из нескольких механообрабатывающих станков нового типа — обрабатывающих центров. Такой центр сам по себе представляет усовершенствованный станок с ЧПУ — числовым программным управлением. То есть данный автомат работает по программе, заложенной в компьютерное устройство. Стоит сменить программу, заложить в магазин обрабатывающего центра новый набор инструментов, и станок готов к новой работе.

Подача заготовок и прием готовых деталей тоже ведутся не вручную, а при помощи роботов-манипуляторов и транспортных тележек, работающих по программе, заложенной в ЭВМ.

Таким образом, используя гибкие производственные системы, современный автоматизированный завод способен очень быстро переходить от выпуска одного вида продукции к другому. А ведь сегодня, согласно статистике, 75% всех механически обрабатываемых деталей изготавливается партиями по 50 штук и менее. ГПС, та-

ким образом, позволяют с высокой эффективностью выпускать небольшие партии самой разнообразной продукции — от электробритв до тракторов, самолетов и космических кораблей.

(В нашей стране выпуском оборудования для ГПС занимаются ведущие металлообрабатывающие предприятия, в том числе, например, Ивановское станкостроительное объединение имени 50-летия СССР.)

**В поле, теплице и на ферме.** В промышленности, как мы знаем, уже накоплен опыт автоматизации и роботизации. Ну а как обстоит дело с сельским хозяйством? Казалось бы, тот же процесс здесь должен привиться проще и быстрее. Ведь к услугам аграрной отрасли вся мощь современной индустрии, все те научные и практические достижения, которые уже опробованы в индустрии. Заимствуй их, переосмысливай, применяй творчески — и успех, надо полагать, обеспечен.

На деле же все не так просто. Прежде всего волея-неволей исследователям пришлось обратить внимание на то обстоятельство, что если в индустрии имеет место контакт неживого с неживым, то в сельском хозяйстве роботам и автоматам приходится иметь дело именно с живым, будь то растение или животное. А живые организмы на Земле прежде всего бесконечно изменчивы, даже внутри одной породы или сорта. В самом деле, попробуйте-ка отыскать хотя бы два совершенно одинаковых помидора или яблока? Ну а разве бывают одинаковыми телята или поросята?.. Кроме того, роботизация животноводства должна обязательно учитывать обратную реакцию животных на роботов — помощников человека.

Все это, вместе взятое, и привело к тому, что стратегия компьютеризации и роботизации сельского хозяйства оказалась отличной от таковой в промышленности. Здесь возникла необходимость в механизмах особого рода, если можно так выразиться, тут оказались нужными деликатные машины, наделенные своего рода «чувствами».

Прежде всего, сельскохозяйственные роботы в обязательном порядке должны быть наделены органами зрения. Если в промышленном цехе транспортная тележка еще может передвигаться «на ощупь», руководствуясь на маршруте, словно слепой, протянутыми под полом цеха кабелями, от которых непрерывно идут электрические сигналы, то робот на поле обязательно должен

«видеть» местоположение растений, чтобы не мять и не портить их.

«Глаза» роботов могут быть разной конструкции, реагирующие как на свет, так и на инфракрасное излучение и даже на ультразвук. Но одно в системе остается неизменным — вся полученная информация обязательно анализируется. Как говорится, мало смотреть — надо еще и уметь видеть. И вот здесь неоценимую помощь конструкторам окажут компьютеры.

Таково стратегическое направление компьютеризации сельского хозяйства. Ну а каковы тактические успехи сегодняшнего дня? Что уже сделано на пути его автоматизации?

Прежде всего компьютеры нашли себе применение в теплицах. Ведь в них не только приходится ухаживать за растениями, но и обеспечивать им оптимальную среду. И вот здесь неоценимую услугу людям оказывают ЭВМ, взявшие на себя все заботы по регулированию искусственного климата. Так, например, 8 т томатов за сезон собирают в небольшом парнике сотрудники Софийского института приборостроения, используя разработанный ими контролируемый микро-ЭВМ технологический процесс выращивания томатов на гидропонике [7]. По командам компьютера автоматически включается капельное орошение, регулируется тепловой режим в теплице и определяется оптимальное количество необходимых удобрений. Кроме того, специалисты института создали приборы для измерения кислотности и проводимости гидропонных растворов. По передаваемым этими приборами сигналам микропроцессорная система контролирует условия в теплице так, чтобы они соответствовали заданному режиму. При аварийной ситуации она подает звуковые сигналы оператору, но при надлежащем программном обеспечении способна и сама принимать решения об устранении причины аварий.

Следующий шаг — внедрение электроники непосредственно на открытом поле. Так, сотрудники фирмы «Джон Дир» (Англия) полагают, что в скором будущем в лугопастбищных хозяйствах найдут применение машины, которые за один проход смогут скашивать, измельчать, смешивать зеленую массу с аммиаком и затаривать ее в полиэтиленовые мешки. Машины будут также подбирать валки свежескошенной люцерны, выжимать из нее богатые протеином соки и перерабатывать в кор-

мовые концентраты. Автоматизируются и все операции по скашиванию травы: регулирование скорости движения машины в зависимости от урожайности культуры, определение плотности прессования, регулировка измельчающих приспособлений и загрузка трайлеров. На приборных щитках машин появятся микро-ЭВМ — они-то и будут регулировать производительность, подсчитывать количество убранных гектаров и время работы механизма [8].

Следующее поколение машин для поля будет, по всей вероятности, способно самостоятельно вести сельскохозяйственные работы. При этом, возможно, конструкторы вернуться к разработанной советским инженером М. А. Правоторовым идее мостового земледелия. Суть его в том, что через поле перекидывается своеобразная арка типа козлового крана, опирающаяся своими концами на подвижные тележки. По арке тоже передвигается тележка с навешанными на нее орудиями для обработки земли. Во всяком случае, как показывают расчеты и эксперименты, проведенные специалистами Франции, Японии и некоторых других стран, такая система позволяет резко поднять производительность труда в полеводстве, вести индивидуальный уход буквально за каждым растением. Ведь еще при посадке координаты каждого семечка заносятся в память ЭВМ, и она пунктуально следит за его ростом и развитием вплоть до уборки. Понятно, что при таком подходе можно получить невиданные сегодня урожаи.

Механизация и автоматизация труда все больше внедряются и на фермах. Так, в Англии на сегодняшний день используется около 400 микро-ЭВМ, в основном на специализированных молочных и свиноводческих фермах. Компьютеры определяют состав кормовых рационов, контролируют продуктивность животных, ведут племенной учет. ЭВМ может сравнивать стоимость и кормовую ценность ингредиентов кормовых рационов как в отдельности, так и в составе смесей. А если учесть, что затраты на корма составляют примерно три четверти себестоимости производства сельскохозяйственной продукции, то даже небольшая рационализация в этой области приводит к значительной экономии.

Делаются попытки и дальнейшей автоматизации работ на ферме. Так, в Великобритании, например, в некоторых крупных животноводческих комплексах исполь-

зуются управляемые ЭВМ приспособления для автоматического снятия доильных стаканов.

**Инструменты для робота.** Поскольку мы заговорили о технологии действий робота, нелишне будет подчеркнуть одну особенность современной экономики. Использование роботов и компьютеров не только повышает эффективность производства, но и зачастую требует кардинальной его перестройки. Вот только один пример. Сегодня никакой робот не способен владеть слесарным инструментом так же ловко, как человек. Так что же слесарные операции по-прежнему должны выполняться вручную? Вовсе нет, если мы сумеем создать технологию и инструменты специально для робота. Робот не умеет пользоваться слесарной ножовкой, зато прекрасно может освоить технологию резания лазерным лучом. Он не может владеть напильником и шлифовальным кругом, зато способен долго, без особых затруднений работать в агрессивной среде, свойственной режимам химического шлифования.

На международной выставке «Металлообработка-84» западногерманская фирма «Беренс» демонстрировала лазерное оборудование, позволяющее производить сложнейшую обработку листовых пластин практически без участия человеческих рук. Вся работа человека — загрузка поддона заготовками. После этого работник уходит домой, а лазерный пресс всю ночь — «смену привидений», как было сказано в рекламном проспекте фирмы, — работает самостоятельно.

Широкое распространение в международной практике получает сегодня технология потоков и струй. Так, например, электрическая искра, управляемая роботом, выполняет операции, которые под силу разве что напильнику, фрезе и резцу одновременно. Внешне суть работы весьма проста. К заготовке и фигурному наконечнику подключают электрическую цепь. Напряжение подается в виде импульсов, при каждом импульсе между инструментом и заготовкой вспыхивает искра — облачко плазмы с температурой 10—12 тыс. градусов. По мере того как плазменные разряды бьют по заготовке, она приобретает заранее заданные формы.

Электроэрозионная обработка, изобретенная советскими специалистами Лазаревыми, широкое распространение в инструментальной практике получила сравнительно недавно в связи с внедрением в производство ро-

ботизированных систем, управляемых компьютерами. Только электронному мозгу оказалось по силам уследить за довольно-таки капризной электрической искрой, создать для нее оптимальные условия работы. Ну а если искра все же по каким-то параметрам не подходит для данного конкретного случая, можно применить, скажем, электрохимическую обработку...

Если два металлических электрода опустить в токопроводящий раствор и замкнуть электрическую цепь, то один из них — анод — начнет разрушаться, отдавать свои ионы. Они понесутся через раствор ко второму электроду, оседая на нем. Подобный процесс — гальванопластика — широко известен в технологической практике. Но лишь недавно его начали применять в новом качестве, не для покрытия детали, служащей катодом, защитным слоем металла, уносимого с анода, а напротив, для обработки поверхности детали, служащей анодом. С этой целью раствор электролита в ванне непрерывно меняют, «прокачивая» его насосами. В итоге оторвавшиеся с анода ионы уносятся раствором, и на катоде постепенно образуется точная копия оригинала-анода. Метод позволяет получать поверхности с чистотой 8—9-го класса, соблюсти точность размеров до 0,05 мм. То есть, говоря другими словами, новинка, использованная, скажем, в производстве штампов, позволяет практически полностью избавить инструментальщиков от ручного труда.

И опять-таки хорошие результаты при использовании этого способа получаются лишь в том случае, если и подачей тока, и прокачкой электролита через ванну управляет компьютер, чутко реагирующий на малейшие изменения технологического процесса.

В последнее время в технологической практике все чаще используется невиданный ранее инструмент — радиационное излучение. Как известно, под воздействием такого излучения многие материалы меняют свою структуру и даже свойства. Это оказалось весьма удобным для использования, например, в микроэлектронной промышленности. Как известно, в настоящее время широкое распространение получило производство больших интегральных схем и микропроцессоров, когда в одной пластинке кремния формируют сотни тысяч и даже миллионы элементов — транзисторов, конденсаторов, сопротивлений... Обычно это делается химическим легированием:

в определенные участки структуры кристалла вводя строго определенное количество атомов примеси. Процесс довольно сложный и капризный, требующий большой тщательности и высокой культуры производства.

Но химическое легирование, как было установлено сравнительно недавно, можно с успехом заменить «радиационным легированием», т. е. облучением нужных участков кристалла жесткими пучками. При этом не только ускоряется и упрощается сам процесс изготовления микросхем, но и улучшаются параметры изготавливаемых транзисторов, поскольку излучением при помощи компьютеров удастся управлять с большей точностью, чем процессами химического легирования.

Внедрение компьютеров в технологическую практику привело не только к улучшению ранее существовавших технологических процессов, но и к появлению некоторых принципиально новых способов обработки материалов.

\* \* \*

Третье поколение ЭВМ постепенно уступает свое место следующему, четвертому поколению компьютеров. А специалисты ведут разговоры уже о пятом поколении. К каким переменам в нашей жизни приведут эти машины?

**Индустрия службы быта.** «Автоматизированная система безналичного расчета...», «Электронные системы для гостиниц...», «Говорящие автоматы...». Таковы заголовки только некоторых статей и заметок, заполняющих ныне страницы как специальной, так и широкой печати. Компьютерные системы входят в нашу жизнь повсеместно. Познакомимся с некоторыми из них более подробно.

В Англии изучается возможность создания автоматизированной системы безналичного расчета, при которой оплата в магазинах, универсамах и прочих торговых предприятиях будет производиться непосредственно переводом денег с банковского счета покупателя на банковский счет торгового центра. Внедрение такой системы, по всей вероятности, окажется удобным. С одной стороны, оно увеличит количество вкладчиков банков (сейчас в стране лишь 60% взрослого населения имеют вклады в банках, что ниже уровня, характерного для развитых стран). С другой стороны, система позволит вкладчикам не носить с собой наличных денег, которые зачастую ста-

новятся добычей воров и грабителей. Кроме того, станет возможным избавиться и от ныне существующей системы расчетов по бумажным чекам, которая примерно одинакова неудобна и банкам и вкладчикам. Поскольку ежедневно покупателям на сегодняшний день выписывается порядка 8 млн. чеков, обработка их растягивается чуть ли не неделю и обходится банку в 70 пенсов на каждый чек, причем 20 пенсов при этом автоматически снимается со счета вкладчика.

Итак, что собой представляет новая автоматизированная система? Она предполагает использование в обращении специальных пластиковых карточек с магнитной полоской, на которой регистрируется информация с личными данными владельца, его кредитоспособностью и т. д. При этом каждому владельцу карточки дается свой собственный номер, который он должен помнить. Во всех торговых точках — магазинах, ресторанах, гаражах и т. п. — устанавливаются оконечные устройства, которые через линии связи подключаются к ЭВМ различных кредитных организаций, имеющих соответствующий счет для оплаты расходов своих вкладчиков.

Оконечное устройство считывает данные с магнитной полосы. Затем эти данные вместе с кодовым номером, вводимым через клавиатуру оконечного устройства, поступают в ЭВМ кредитной организации, где сравниваются с исходными данными в массиве памяти. Кроме того, данные сверяются с отдельным блоком памяти, в котором хранится информация об утерянных или украденных пластиковых карточках. Если проверка показывает действительность данной карточки, на пульте оконечного устройства загорается сигнал готовности, после которого на клавиатуре этого устройства кассир торгового предприятия фиксирует стоимость покупки или услуг, оказанных владельцу карточки. Соответствующая сумма будет снята с его счета и переведена на счет торгующей организации [10].

Понятно, что введение такой системы приведет к революции в кредитно-финансовых отношениях, и поэтому при ее внедрении соблюдается известная осторожность. Она будет вводиться в действие по частям. Так, например, в настоящее время все крупные банки Англии располагают вычислительными центрами, которые связаны телефонными линиями с отделениями банка, что позволяет служащим оперативно получать всю информацию

об операциях с вкладами. Кроме того, уже внедрены автоматические кассовые аппараты, в отделениях банка, с их помощью вкладчики, имеющие, кроме обычных чековых книжек, и пластиковые карточки с магнитной записью, могут вносить и снимать деньги, а также проверять состояние своих счетов.

Создана автоматизированная служба межбанковских расчетов, которая позволяет быстро осуществлять операции по вкладам между банками и контролировать их. Данные для этой службы готовятся на магнитной ленте, кассеты с которой перевозятся различными видами транспорта и используются, например, при переводе денег для выдачи зарплаты.

Имеется также прототип будущей автоматизированной системы, где отрабатываются практические тонкости нового вида банковских и розничных расчетов. Вычислительный центр банка связан с двумя гаражами, где продается автомобильный бензин. Владельцы автомашин, имеющие вклады в данном банке, рассчитываются при заправке бензином при помощи пластиковых карточек, вставляемых в оконечное устройство.

Крупные магазины также начинают, в сотрудничестве с кредитными организациями, использовать автоматизированные системы учета данных о производимых покупках на кассетах с магнитной лентой, которые затем передаются в кредитную организацию для автоматизированной обработки в ЭВМ.

Примерно такие же системы начинают использовать и в других странах Старого и Нового Света. Так, пятая часть региональных банков США имеет сегодня объединенную сеть связи, в которой 26 000 автоматических кассовых аппаратов позволяют пользователям производить операции со своими вкладами людям в различных штатах страны, невзирая на то, в каком именно банке находится их вклад.

Перспективно также введение микропроцессорных блоков непосредственно в сами пластиковые карточки — заменители привычных денежных знаков. Так, фирма «Дрекслер текнолоджи корпорейшн» строит в настоящее время предприятие по выпуску кредитных пластиковых карточек, в которых запись и считывание информации будут осуществляться с помощью лазера; емкость же памяти носителя достигает 1 млн. слов.

Фирмы Италии, Франции, США, Японии и других

стран разрабатывают кредитные механизмы, предназначенные для использования в телефонных и торговых автоматах. В них телефонный разговор или стоимость покупки будет оплачиваться не опусканием монет, а введением в специальную щель пластиковой карточки с магнитной записью. На ней каждый раз будет автоматически отмечаться стоимость разговора или покупки. А поскольку первоначально на такую карточку уже занесена определенная сумма, определяющая стоимость ее, то устройство также автоматически вычитает стоимость разговора из стоимости карточки. Таким образом, одна карточка может быть использована на несколько разговоров или покупок [11].

Используются подобные системы и в других сферах обслуживания населения. Так, фирма «Нэшнл кэш реджистер» разработала автоматизированную систему модульной структуры: ее специализация, автоматизация бронирования гостиничных номеров, регистрация приезжих и выезжающих, подготовка счетов и т. д. Основа системы — две ЭВМ, основная и резервная, и базовый массив памяти. К системе могут также подключаться автоматизированные системы контроля пользования телефонами и аппаратура пользования в кредит предприятиями общественного питания в гостинице.

Система рассчитана на применение в гостиницах на 150—500 номеров, в ней до 10 видеоиндикаторных контрольных устройств и печатающих автоматов, с помощью которых оформляются счета за проживание в гостинице, кредитные обязательства и другие документы. Блок бронирования, благодаря запоминающему устройству, регистрирует все данные о проживающих в гостинице и сроках их проживания, а также вид и количество бронируемых номеров. Эти же данные затем используются при оформлении счетов за проживание в гостинице, благодаря чему не нужно заполнять бланки при прибытии и регистрации клиентов. Все необходимые данные набираются прямо на клавиатуре оконечного устройства и поступают непосредственно в память ЭВМ [12].

В учреждениях все шире применяют устройства обработки текстов, запоминающие устройства и вычислительные комплексы. Так, например, разработанный фирмой «Ксерокс» (США) комплекс учрежденческой аппаратуры «Стар», используя видеоиндикаторное устройство, готовит деловые письма и графические материалы, а

система местной связи «Этернет» этой же фирмы позволяет соединить через коаксиальные кабели самую различную учрежденческую аппаратуру.

Фирма «Стар компьютер» разработала для своего административного персонала автоматизированную систему управления и ведения делопроизводства, которая работает с бумажными документами. Каждый служащий имеет в своем распоряжении видеоиндикатор с клавиатурой, который и используется для подготовки корреспонденции на отправку, приема указаний, ввода информации, связанной с функциональными обязанностями, и др.

Все чаще в последнее время мы имеем дело с аппаратами и устройствами, которыми можно управлять голосом. Они регистрируют речевые сообщения, передаваемые по телефону, они же исполнительные устройства, например, для включения телевизионных систем.

Микропроцессоры стали встраивать даже в кресла. Так, фирма «Радд интернэшнл корпорейшн» предлагает учрежденческое сиденье с управлением от микро-ЭВМ, с помощью которой можно программировать оптимальное угловое положение и высоту спинки и самого сиденья.

Но если подобное использование вычислительной техники представляет собой некоторый «перегиб», то вот применение мини-компьютеров в автоматизированных системах табельного учета вполне удобно как работающим, так и контролерам-табельщикам. Так, новая автоматизированная система, разработанная фирмой «Плейнтайм» (Англия), позволяет учитывать посещаемость 2000 работников как с нормированным, так и с ненормированным рабочим днем. Она включает в себя 32 оконечных устройства и аппаратуру центрального управления. Система может программироваться на восемь различных еженедельных или полумесячных графиков работы. Каждый график может включать в себя любую комбинацию из восьми продолжительностей рабочего дня или смены. Каждому работнику выдается нейлоновый ключ-пропуск. Он вставляется в щель оконечного устройства, смонтированного в проходной. На жидкокристаллическом индикаторе воспроизводится количество отработанных на данной неделе часов, и сверхурочное время суммируется для дальнейшего учета.

Подобные системы используются также в билетных

автоматах нового типа. Эти автоматы продают железнодорожные билеты в виде карточек, похожих на кредитные. На них, кроме обычных данных, — стоимости и станции назначения — будет регистрироваться специальный код на магнитной полоске. Это позволит пропускному автомату-турникету на станции пропускать владельца ровно столько раз, на сколько поездок рассчитан билет. Это особенно удобно при продаже «сезонков». Билет будет годен не в определенном временном интервале, а просто рассчитан на определенное количество поездок, что, несомненно, намного выгоднее для пассажиров [13].

По тому же принципу работает кредитная карточка и для телефонов-автоматов. Ее вставляют в щель телефона-автомата, и он автоматически вычитает сумму, соответствующую времени разговора. Это, как полагают западные специалисты, намного уменьшит количество взломов телефонов-автоматов. Ведь теперь денег в их кассах не будет.

Проходит опытную проверку и новая система, названная «телефон при себе». Телефонный аппарат представляет собой, по существу, складную телефонную трубку с кнопочным номеронабирателем, которую вполне можно уместить в кармане. Несмотря на столь небольшие размеры, в новом аппарате нашлось место также для микрокомпьютера и радиопередатчика с радиусом действия в несколько сот метров.

Обладатель такого телефона может связаться с абонентом практически на ходу. Достаточно достать из кармана трубку, набрать номер — и персональный телефон свяжется с ближайшим телефонным узлом-автоматом. Оттуда вызов последует уже обычным путем, по телефонным линиям связи. Вместе с вызовом одновременно передается кодовая информация, благодаря которой всегда можно точно установить, сколько раз звонил владелец персонального телефона, какова общая продолжительность разговоров и направить ему точный счет. В будущем подобные системы могут стать видеофонными, т. е. вместе со звуком будет передаваться и изображение. Кроме того, встроенный микрокомпьютер возьмет на себя функции секретаря: он запомнит нужные абоненту номера телефонов, автоматически повторит вызов, если линия окажется занятой, напомнит о звонке, который

владелец телефона должен сделать в определенное время.

**Техника досуга.** Все мы в той или иной степени любим развлекаться. И сегодня трудно себе представить развлечения без телевидения, без радио и музыкальных записей... Эта техника буквально на глазах у нас становится совершенно иной благодаря использованию в ней микропроцессорных устройств.

Так, например, японская фирма «Касио» продемонстрировала недавно «самый миниатюрный в мире черно-белый телевизор». И действительно, этот телевизионный аппарат на редкость невелик. Его экран имеет всего 5 см по диагонали, а сам аппарат весит около 200 г. Та же фирма создала цветной телевизор с размером экрана 15 см, прототип плоского телевизора с экраном размером 30 см, который фирма намерена запустить в производство к концу 1985 г. и который можно будет просто повесить на стену, словно картину, ведь его толщина не превысит трех сантиметров!

Создание подобных конструкций стало возможным благодаря двум важным техническим достижениям — получению жидких кристаллов нового типа и разработке технологии нанесения тонкопленочных транзисторов и микросхем на стеклянную подложку. В обычной телевизионной трубке видеосигнал преобразуется в изображение с помощью электронного луча, пробегающего 50 раз в секунду по 625 строкам телеэкрана. Движение луча контролируется магнитной системой, а свечение экрана обеспечивается при помощи люминофоров. В новом телевизоре на жидких кристаллах видеосигналы активируют определенное количество точечных элементов изображения в каждой строке, по одной строке за раз. Включение и выключение этих элементов обеспечивается тонкопленочными транзисторами, а само изображение формируется не люминофорами, а жидкими кристаллами — продолговатыми органическими молекулами, реагирующими на электрические сигналы от тонкопленочных микротранзисторов. Когда элемент изображения включен, жидкие кристаллы не пропускают свет. Когда он выключен, жидкокристаллическая ячейка становится прозрачной.

В процессе создания таких цветных телевизоров специалистам пришлось преодолеть немало трудностей. Одна из основных состояла в том, что обычные жидкие

кристаллы, используемые, например, в электронных часах и калькуляторах, сравнительно медленно реагируют на электрические сигналы. Чтобы увеличить их быстродействие, повысить контраст, ученым и инженерам пришлось принять специальные меры. Все изображение разбили на 52 800 точечных элементов. Управление каждым из этих элементов в отдельности поручили тонкопленочным транзисторам. Жидкие кристаллы заключены в микроячейках, помещенных между верхним и нижним поляризаторами, повернутыми на  $90^\circ$  относительно друг друга.

При отсутствии электрического поля длинные оси кристаллов в граничных слоях располагаются параллельно верхнему и нижнему поляризаторам соответственно. Последующие слои постепенно поворачиваются так, что поляризованный световой луч, поступающий через нижний поляризатор, также поворачивался и без помех выходил через верхний поляризатор. Человек, который смотрит сверху на данную микроячейку, видит, таким образом, светлую точку.

При наличии электрического поля молекулы поднимаются вертикально. В таком положении они не могут больше поворачивать световой луч, и он поглощается верхним поляризатором. Человек видит темную точку. Комбинация светлых и темных точек может быть воспринята им как черно-белое изображение. Чтобы сделать изображение цветным, используется соответствующее количество микроскопических красных, синих и зеленых фильтров, расположенных над каждым элементом изображения. Когда необходимо создать точку красного цвета, включаются тонкопленочные транзисторы, расположенные по соседству точек с синим и зеленым фильтрами. Свет в них блокируется, и человек видит только красную точку.

Таким образом, сама по себе организация свечения или несвечения данной точки экрана не представляет особых технических трудностей, после того как ученым удалось подобрать соответствующий жидkokристаллический состав, достаточно быстро реагирующий на электрический сигнал. Сложно было создать электронную систему управления, которая бы достаточно оперативно и надежно управляла и свечением точек, и их цветом.

Решить эту проблему помогли тонкопленочные транзисторы на стеклянной подложке и метод активно-мат-

ричной адресации. Суть его в том, что на поверхность поляризаторов наносится тончайшее прозрачное полупроводниковое напыление; на одном поляризаторе, игравшем роль «земли», оно сплошное и однородное, на другом электрически независимо друг от друга; через слой прозрачной же изоляции взаимно перпендикулярно друг другу нанесли 240 рядов и 220 колонок управляющих электродов.

Управление свечением или несвечением данной цветной точки осуществляется подключением к сети соответствующей колонки и ряда электродов. Импульс, распространяющийся лишь по колонке или по ряду, недостаточен для активации жидких кристаллов. В той же точке, где колонка и ряд пересекаются, импульсы суммируются и суммарное напряжение активирует жидкие кристаллы [14].

Отличные перспективы у цифровой записывающей и воспринимающей бытовой техники. Расскажем для примера о стереофоническом электрофоне, созданном недавно фирмой «Норт Америкэн Филлипс». Грампластинки для этого электрофона имеют диаметр 110 мм. Запись на них производится в виде спиральных дорожек, образуемых микроуглублениями в тонком слое алюминия. Для воспроизведения вместо иглы используется лазерный луч. Он отражается от поверхности пластинки и попадает в приемное окошко фотоэлемента, который и преобразует световое излучение в электрический сигнал, воспроизводимый затем акустической системой. Для качественного звучания здесь, как мы уже говорили, использована не обычная, аналоговая, а цифровая система записи.

Дело вот в чем. При обычной системе сначала в студии делают запись на магнитную ленту. Причем, как правило, голос исполнителя записывается отдельно от аккомпанемента. Потом эти записи монтируются, переписываются вместе. Затем еще одна перезапись — теперь уже с магнитной ленты на оригинал пластинки. Наконец, с оригинала делают клише, которое и идет для изготовления штампа для пластинок. На всем пути вместе с полезными сигналами записываются и помехи воспроизведения, искажения, присущие самим усилительным трактам, и т. д. Иное дело, если используется цифровая система записи. Здесь в самом начале стоит преобразователь аналог-код, который переводит непрерыв-

ный аналоговый сигнал в дискретный — последовательность отсчетов. Каждый такой отсчет может быть закодирован набором всего двух цифр — 0 и 1. Такое кодирование гарантирует очень высокое качество воспроизведения, так как вычислительная техника позволяет надежно отфильтровать аналоговую помеху от дискретного полезного сигнала.

В данном конкретном случае для записи на пластинку используется метод импульсно-кодовой модуляции, при котором дискретизация аналогового сигнала производится с частотой 44 330 Гц. При столь высокой частоте дискретизация практически не заметна. Затем каждая выборка информации превращается в 14-разрядный двоичный код, набор которого зависит от амплитуды аналогового сигнала. Общая протяженность дорожек на грампластинке длительностью звучания 1 ч более 4 км. Дорожки вмещают 6 млрд. битов информации. Расстояние между дорожками на новой пластинке в 50 раз меньше обычного — всего 1,6 мкм. Такая компактность записи позволяет в настоящее время начать выпуск не только граммофонных, но и видеодисков. В последнем случае электрофон подсоединяется к телевизору, и с его помощью вы можете не только услышать исполнителя, но и увидеть его.

Современная вычислительная техника находит себя и в фотографии. Сегодня существует большое количество моделей фотоаппаратуры как для любителей, так и для профессионалов, где встроенные микрокомпьютеры делают, кажется, все: определяют экспозицию, производят наводку на резкость, подключают вспышку и даже... дают советы фотографу! Во всяком случае, именно такой говорящий фотоаппарат продемонстрировали на одной из недавних международных выставок японские конструкторы.

Давайте рассмотрим, как работает электроника в фотографии на примере одной из конструкций. Первая операция — замер освещенности. Поток отраженных лучей проходит сквозь линзы объектива и попадает на фотоэлемент, который и вырабатывает электрический сигнал. Интенсивность этого сигнала пропорциональна количеству света. Далее в действие вступает микрокомпьютер. В зависимости от чувствительности пленки, величины диафрагмы, согласно количеству света он вычисляет экспозицию для электронного затвора. Причем делает

это настолько быстро, что, как утверждает реклама, некоторые микроэлектронные калькуляторы успевают реагировать даже на вспышку молнии.

Следующая задача, которую микроэлектроника взяла на себя, — установка резкости. В основном фотоаппарате японской фирмы «Кэнон» эта операция внешне выглядит весьма просто. Если объектив наведен на резкость, в окошке видоискателя горит зеленый сигнал. Если же резкости нет, то в левом углу видоскопа мигает красный треугольник — сигнал, что объектив нужно повернуть влево. Соответственно если объектив нужно повернуть по резьбе вправо, красный треугольник загорается в правом углу. Однако за этой простотой скрывается довольно сложная система. Микрокомпьютер анализирует каждую точку изображения снимаемого объекта и рассчитывает максимальный контраст между темными и светлыми участками изображения. Как только максимум будет достигнут, загорается зеленый огонек — резкость есть.

Еще дальше пошли американские специалисты. Они снабдили фотоаппарат «ПолярOID X-70» ультразвуковым локатором-дальномером. С его помощью микрокомпьютер измеряет расстояние до объектива и выдает команду на электромотор, поворачивающий объектив.

Фирма «Кодак» выпустила фотоаппарат «Кодакмастик-950», в который встроена вспышка и специальное электронное устройство, обеспечивающее оптимальные условия съемки при солнечной погоде. Опытные фотографы знают, что, как ни парадоксально, при ярком солнце зачастую требуется подсветка: иначе на лицах снимаемых будут видны резкие тени. Так вот, электронная система регулирует интенсивность подсветки таким образом, чтобы соотношение между естественным и искусственным освещением было 3:1. Таким образом обеспечивается наиболее правильная цветопередача.

Электроника в наши дни позволяет получать также фотоизображение, не прибегая к традиционным фотоматериалам, химикатам и т. д. Взять, к примеру, японскую камеру «Мавика». По внешнему виду она практически не отличается от обычного фотоаппарата. Но вот готовят «Мавику» к съемке по-другому. Вместо фотопленки в нее вставляется магнитный диск. При нажатии спускового затвора свет через объектив проходит к микроэлектронному устройству и преобразуется в электрические

импульсы. При этом изображение разбивается на 280 тыс. точек и в таком виде фиксируется на магнитном диске. Площадь, которую занимает один снимок, составляет всего 1 см<sup>2</sup>. Таким образом, на диске диаметром 6 см помещается 50 снимков. По завершении съемки кассету с диском вынимают из аппарата и помещают в воспроизводящую приставку. Приставку эту, в свою очередь, подключают к телевизору, и на экране тотчас возникает изображение. Лучшие снимки можно переписать на видеомагнитофон, а остальные стереть и вести на тот же диск новую съемку [5].

**Самостоятельные вещи.** Компьютеризация быта, широкое распространение микроэлектроники и вычислительной техники в наши дни привели к тому, что многие вещи начинают приобретать новые, невиданные ранее свойства. Взять хотя бы всем известные часы. Теперь они не только исправно отсчитывают время, но и показывают день недели и число месяца. Кроме того, некоторые модели помогают также следить за своим здоровьем. Поднялась, скажем, у вас температура — циферблат часов тотчас же окрасится в синий цвет. Изменилось артериальное давление — часы подскажут, что надо срочно принять предписанное врачом лекарство.

Более того, современные часы все больше превращаются в своеобразный индивидуальный информационный и развлекательный комплекс на руке. Так, наручная информативная система фирмы «Сейко» (Япония) имеет собственный центральный процессор, программируемое запоминающее устройство с произвольной выборкой и дисплей на жидких кристаллах. Есть здесь и клавишный пульт, с помощью которого электронными часами можно пользоваться как своеобразной записной книжкой. При помощи клавишей в память устройства вносят все нужные данные, проводят вычисления на микрокалькуляторе и даже играют в электронные игры.

В наше время можно купить и музыкальные часы — специальная микросхема позволяет вернуться к традиции часов с боем. Причем на каждый день вы теперь можете заказывать новую мелодию, и электронный синтезатор будет исправно исполнять ее. Отсюда уже недалеко и до часов говорящих. И действительно, такие часы выпускаются промышленностью ряда стран мира. Например, продукция японской фирмы «Казио компьютер компани» может послужить переводчиком при раз-

говоре с иностранцем. Для этого на часах имеются две кнопки. Нажатием одной из них мы запрашиваем слова и фразы в алфавитном порядке. По мере востребования эти слова высвечиваются на жидкокристаллическом индикаторе. Вторая кнопка служит для регулирования хода часов. Ну а если вы боитесь проспать и пропустить время встречи, можно купить и часы-будильник, которые в назначенное время разбудят вас фразой: «Пора вставать, лежебока!..»

Появились и часы, с помощью которых можно смотреть телепрограммы. Правда, смотреть телепередачи на экране размером 1×1,5 см невооруженным глазом довольно затруднительно. Поэтому в комплекте с такими часами продаются и очки с линзами большого увеличения. А в будущем, как полагают специалисты, реальные телечасы с голографическими экранами: небольшие размеры не будут помехой для создания объемного изображения достаточно большой величины.

Так привычные нам вещи обретают новые свойства: с помощью микропроцессора образуется память, книга может стать говорящей. «Самостоятельность» становится качеством и других домашних устройств. Так, например, в настоящее время создается кухонный комбайн, который, получив задание в самом общем виде: «Что-то пирогов с грибами захотелось...» — сначала выдаст вам рецептуру, сообщит, что и как нужно приготовить, а потом создаст нужный тепловой режим печи, чтобы ваш пирог не подгорел. С приготовлением менее сложных блюд такой комбайн может справиться и сам. Скажем, фирма «Дженерал электрик» приступает к выпуску печей с микропроцессорами, которые сами готовят столь любимую многими картофельную соломку.

Необходим микропроцессор и холодильнику. Тогда он не заморозит продукты, подберет для них оптимальный режим охлаждения, самостоятельно проследит за экономным расходом электроэнергии. Стиральные машины с микропроцессорами — автоматические «прачки» — избавляют домашних хозяек от многих хлопот. А в будущем, как полагают специалисты, автоматизация коснется также водопроводных кранов и смесителей. Уже существуют опытные образцы кранов, которые включают воду лишь в тот момент, когда вы подносите к ним руки, сами выдерживают заданную температуру,

смешивая в нужных пропорциях холодную и горячую воду.

Да что там, обычная швейная машинка теперь, что называется, «оживла»: самостоятельно обметывает петли, в зависимости от толщины ткани и нитки подбирает оптимальный шаг стежка, может украсить готовую вещь фигурной строчкой или вышивкой...

Телевизор в сочетании с мини-компьютером превращается в домашний информационный центр. Он и выберет заказанную вами программу, и в ваше отсутствие запишет нужную телепередачу на видеомagneтофон, и даст возможность соединиться с телестудией для получения дополнительной информации...

Словом, как считает Дж. Калферт, автор книги, вышедшей недавно в Нью-Йорке, мы вступаем в век компьютеров. Уже через десять лет ученые разработают компьютеры в миллионы раз более мощные, чем лучшие ЭВМ сегодняшнего дня. «Такой суперкомпьютер станет куда более важным в нашей жизни, чем часы, телефон, пишущая машинка, телевизоры, магнитофон, фотоаппарат, калькулятор, почта, разные досье и даже книги, потому что он заменит их всех...» — пишет Калферт.

Так ли это будет в действительности? Поживем — увидим. Ведь ждать осталось не так уж долго.

**Проблемы общения.** Широкое распространение вычислительной техники ведет к тому, что все больше людей будет непосредственно общаться с компьютерами. Какие данные для контакта должны иметь современные вычислительные машины? Еще недавно непосредственно общались с компьютерами лишь программисты и инженеры-наладчики. Все остальные были вынуждены довольствоваться их посредничеством. Ныне ситуация начинает в корне меняться: тенденции компьютеризации — каждый человек получает доступ к вычислительной технике. Каким образом?

С одной стороны, такое стало возможным потому, что ЭВМ нашего времени намного «понятливее» своих предшественников. В общении с ними уже не обязательно знать специализированные машинные языки, в ряде случаев достаточно и обычной речи. Машины четвертого и пятого поколений начинают понимать нас примерно так же, как мы понимаем друг друга. Так, например, «Вербекс» (США) разработала недавно устройство рас-

познавания слитной речи на основе определенного словарного запаса и грамматических правил [17]. Модели слов в ней состоят из последовательности субфонем, которые нелинейно растягиваются для достижения оптимального совпадения со словами произносимой речи. Вместо границ слов для их распознавания используются специальные эталоны из 16 признаков, рассчитываемых через каждые 10 мс. Процесс расчета достаточно сложен и использует метод преобразования главных компонентов речи на основании аудиаспектрального анализа. Если говорить коротко, то этот процесс основан на матричном умножении, при котором матрица каждый раз составляется из многочисленных выборок речевого сигнала, образующих массив данных.

Грамматические правила для конкретного применения нового устройства могут определять, скажем, числа с полусекундной паузой в конце, отдельные слова, слова и числа, произносимые последовательно. В грамматические правила можно ввести структуру ветвления, дающую возможность по ключевому слову с определенной вероятностью определять дальнейшее содержание речи.

Эти правила дают дополнительные ключи к распознаванию речи. Так, при составлении словаря для автоматического распознавания речи при сортировке багажа в аэропорту было выявлено, что 95% всех рейсов обозначается группой из 10 номеров. Правило считать такие номера нормой произношения в значительной степени упростило распознавание. Остальные 5% случаев были признаны исключением из правил и отданы на распознавание специальному блоку. Таким образом достигли точности распознавания в 99,8%.

Новое устройство обеспечивает понимание слитной речи из словаря в 120—360 слов с задержкой не более 300 мс. Этого оказалось вполне достаточно для большинства практических целей. Технически оно представляет собой мультипроцессорную систему звездообразной структуры. В центре находится управляющий микропроцессор типа 8086. Он исполняет рабочую программу, принимая речь, преобразованную в цифровую форму специальной речевой платой, и координирует работу 16-разрядных речевых процессоров, расположенных в каждой точке звездообразной структуры.

Одна из плат речевого процессора обрабатывает сиг-

налы и выделяет признаки речи, а другие платы сравнивают эталонные и произносимые слова. В зависимости от объема словаря для сравнения используется одна или две платы, причем при двух платах словарь делится между ними пополам. Речевые сигналы в цифровой форме вводятся управляющим микропроцессором на плату обработки, откуда поступают выделенные признаки каждого десятимикросекундного отрезка речевого сигнала, передаваемого на платы сравнения. Распознанные слова затем поступают обратно в управляющий микропроцессор для выработки соответствующей команды исполнительному устройству.

Если же человек обращается с вычислительным устройством не устно, а, так сказать, письменно, при помощи клавиатуры дисплея, то системы распознавания слов и даже поддержания диалога современных ЭВМ настолько совершенны, что иногда бывает затруднительно выяснить, кто же находится на втором конце телеграфного канала связи — человек или машина. Во всяком случае, уже есть прецеденты, когда машины самостоятельно отвечали на задаваемые им вопросы вместо своих создателей, доводя диалог до анекдотических ситуаций, а то и до форменных скандалов.

Такого рода ситуация может возникнуть, если к машине обратиться с вопросами на вольную тему. В этом случае в некоторых устройствах срабатывает специальная система подобия, которая начинает строить ответы, перефразируя поступающие вопросы с добавлением некоторых дежурных слов. В качестве примера можно привести диалог такого рода:

Человек. Хорошая ли сегодня погода?

Машина. А вы уверены, что вас интересуют сведения о хорошей погоде?

Человек. Да, конечно.

Машина. А какого рода погоду вы считаете хорошей?..

В общем, говоря попросту, машина начинает «тянуть резину» и может заниматься этим довольно долго, доводя неинформированного собеседника до состояния повышенного накала. Но так, повторяем, происходит в том случае, если человек задает нестандартный вопрос, а машина наделена свойством аддитивности, т. е. самообучения. Тогда она пытается выудить нужную ей информацию из тех же вопросов, которые вы ей задаете, (Точно

так же, как порой поступаем и мы с вами, стараясь запутать собеседника, чтобы заставить его проговориться.)

Правда, к нашему счастью, подобные системы используют пока лишь в экспериментальных целях. Машинны же серийного образца, запрограммированные соответствующим образом, четко выдают сведения о температуре, влажности, направлении и силе ветра... Причем, как вы уже знаете, подобные вопросы могут быть заданы как письменно, набором на клавиатуре, так и устно, в микрофон. И, отвечая на эти вопросы, решая поставленные задачи, компьютеры проявляют тем самым задатки искусственного интеллекта.

**Мышление машин.** Мыслят ли машины? Еще недавно такой вопрос занимал лишь немногих специалистов. В качестве примера сошлемся на одну из работ А. Тьюринга, в которой он утверждал, что в ряде случаев нельзя достоверно определить, кто или что является вашим собеседником, отвечающим вам по телетайпному каналу. На основании этого можно сделать вывод, что в какой-то мере машинное мышление как таковое существует.

Столь осторожный вывод — а сам английский математик был еще более аккуратен в словах, хотя и назвал свою статью «Может ли машина мыслить?» — приходится делать еще и потому, что никто толком пока не знает, как протекают процессы мышления. Таким образом, проблема из чисто кибернетической становится еще и биологической. Создание машин по образцу и подобию человека требует глубочайшего познания самого себя. И по мере того как человеку удастся узнать те или иные тонкости работы своего организма и переложить накопленные сведения на язык математики, появляются все более совершенные машины. Вот лишь некоторые факты.

В настоящее время в мире насчитывается огромное количество роботов первого поколения, работающих по строгой, наперед заданной программе. Их главным рабочим органом является механическая рука, управляемая ЭВМ. И они, не уставая и не ошибаясь, сваривают и красят, полируют и режут, сверлят и фрезеруют... И все-таки, несмотря на свою довольно высокую квалификацию, они довольно примитивны: ни на сантиметр не могут отклониться от заложенной в них программы, слепо

и тупо исполняют ее, порою даже во вред себе и своей работе.

И потому на смену им приходят роботы второго поколения с элементами самостоятельности; они могут в какой-то мере приспосабливаться к условиям изменяющейся среды. Такие роботы уже обладают элементами зрения, умеют не только видеть, но и распознавать увиденное... Учатся машины наших дней и разговаривать, слышать и понимать услышанное... И конечно, не оставляет специалистов равнодушной проблема проблем — создание искусственного интеллекта, подобного человеческому. Возможно ли это?

На сегодняшний день у специалистов нет однозначного ответа на такой вопрос, как нет еще и ясности, какие именно процессы стоят за этим понятием «мыслить». Но пока идут споры теоретиков, инженеры тем временем делают первые шаги в создании подобных систем. Посудите сами. Производить математические вычисления — работа такого рода может быть отнесена к умственной, а ЭВМ выполняют ее уже намного быстрее и качественней людей. На страницах этой брошюры мы с вами познакомились с ЭВМ поточной обработки информации и ассоциативного поиска, т. е. машин, работающих в какой-то мере по образу и подобию человеческого мозга.

Создаются многочисленные системы, помогающие людям, а то и полностью заменяющие их, в тех или иных узкоспециализированных областях умственного труда. Чтобы не быть голословными, сошлемся хотя бы на такой пример. В конструкторскую практику все шире входят системы машинного проектирования, намного облегчающие работу по созданию новых машин, приборов и механизмов, особенно в тех областях, когда дело может быть сведено к подбору для данного конкретного случая одного из возможных типовых решений. Так, фирма «Метеор графикс» разработала систему ускоренного моделирования, к которой можно одновременно подключать несколько индивидуальных комплексов проектирования «Идея-1000». Эта система позволяет комплексно оценивать 1,1 млн. логических вентилях со скоростью до 500 тыс. операций в секунду. Причем вместо составления моделей на основе элементов или с помощью описательного языка в моделирующей программе используется библиотека с характеристиками и схемными построениями реальных микросхем с высоким

уровнем интеграции. Благодаря этим индивидуальным комплексам машинного проектирования SCALD могут моделироваться почти все вычислительные системы.

Основу еще одной системы машинного проектирования «Мегалоджишн», которую разработала фирма «Дейзи систем корпорейшн», составляет моделирующая программа на базе аппаратной оснастки в виде трех совместно работающих специализированных процессоров. Она (программа) позволяет проверять микросхемы, содержащие до 1 млн. логических вентилях со скоростью 100 тыс. операций в секунду.

При разработке программ машинного проектирования, позволяющих вводить логические задачи и осуществлять иерархическое моделирование на ЭВМ «Лямбда», созданной на базе 32-разрядного компьютера, фирма «Лисп мэшин» использовала язык искусственного интеллекта ЛИСП. Рабочий проект программы был составлен всего одним программистом за шесть месяцев, а на окончательную отладку было потрачено 18 месяцев, что в несколько раз быстрее обычного.

По мнению специалистов, у языка ЛИСП есть ряд отличительных особенностей, определяющих его пригодность для применения в средствах машинного проектирования. Его форма соответствует символическому характеру логических вентилях и логических функций. Он обладает также рядом эффективных вспомогательных средств — программы редактирования, графической информации, многокадрового воспроизведения, имеет обширные перечни инструкций и удобное сопряжение с пультом управления [18].

Таким образом, как видите, компьютеры в наши дни уже используются для проектирования себе подобных, причем многие операции, например проверку готовых схем на предмет обнаружения в них ошибок, проводят со скоростью, недоступной человеку.

И этим наступление машин на области, казалось бы, «чисто человеческого» применения не исчерпываются. Компьютеры все более развивают свои «мыслительные» способности. Развивают, конечно, не самостоятельно, а при помощи людей, познающих самих себя. Причем наступление на научном фронте ведется сразу на нескольких участках. Если на одном из них, скажем, изучаются системы бессистемного мышления, т. е. попросту говоря, возможность нахождения искомого результата в том

или ином случае методом перебора возможных вариантов с критической оценкой их, то на других успешно продвигаются вперед исследования эвристических методов принятия решения. И наконец, надо сказать и о таком плацдарме наступления на фронте искусственного интеллекта, как создание ЭВМ на биологической основе [19].

Началось с того, что специалисты все чаще стали задумываться над путями дальнейшего совершенствования микросхем — основных «кирпичиков», из которых строятся компьютеры наших дней. Уже сегодня на одном квадратном миллиметре кристалла удастся разместить десятки, а то и сотни тысяч элементов. Иными словами, отдельные элементы по своей величине не превышают уже микрометра — миллионной доли миллиметра! Тем самым твердотельная электроника подошла к физическому пределу микроминиатюризации. При дальнейшем уменьшении размеров резко усиливается нагрев элементов, да и сама структура материала становится чересчур «рыхлой».

Иное дело — «кирпичики» живой природы. На том же отрезке в микрометр могут уместиться сотни белковых молекул. И каждая из них в принципе способна выполнить роль интегральной схемы. Таким биочипам, как считают многие, и принадлежит будущее в микроэлектронике.

Так, Дж. Баркер из Уорвикского университета предвидит создание биочипа, сравнимого по сложности выполняемых функций с работой головного мозга. И это не просто слова. В одной из лабораторий университета уже разработан прообраз такого биочипа из соединений арсенида галлия с некоторыми примесями. По принципу действия такой биочип немного напоминает губку, через которую благодаря туннельному эффекту «просачиваются» электроны, создающие электрические потенциалы. При этом возможна параллельная обработка информации, т. е. в целом биочип способен воспроизводить, сравнивать и оценивать сигналы, а также самостоятельно принимать некоторые решения на основе полученной информации.

Исследователи фирмы «Интернэшнл бизнес мэшинз корпорейшн» создали биочипы, в которых используется способность ряда молекул органических веществ выпрямлять электрический ток. В частности, установлено,

что молекулы хинонов могут иметь два электрических состояния, отличающихся распределением электрических зарядов и зависящих от водородных связей. Таким образом, воздействуя на хиноны электрическим током, можно записывать логические нули и единицы. Причем в отличие от обычных микросхем органическому чипу не требуется постоянный ввод команд; он выполняет функции, заданные при общем программировании.

**Человек среди автоматов.** Эффективное проникновение компьютеризации (даже на молекулярно-биологическом уровне) в различные области человеческой деятельности породило немало проблем, над которыми ломают сегодня головы не только кибернетики, но и психологи, специалисты по управлению. Проблема общения людей с машинами становится все более сложной. Ее многогранность поражает порой даже работающих в этой области.

Школьники отказываются учить таблицу умножения — микрокалькулятор быстро и точно перемножает не только  $2 \times 2$ , но и значительно более громоздкие числа. Счет «в уме», как таковой, постепенно уходит в прошлое... Люди старшего поколения — бухгалтеры и счетоводы, — получив в свое распоряжение вычислительные машины, пытаются тем не менее проверять полученные на них результаты по старинке — при помощи счетов и арифмометров. Производительность труда из-за этого резко падает...

А вот с какой проблемой столкнулись специалисты, занимавшиеся внедрением автоматизированной системы управления выплавкой стали [21, 22]. Человек-оператор управляет процессом выплавки. Руководствуясь собственным опытом, данными, которые ему предоставляет экспресс-лаборатория, он определяет момент, когда нужно повысить температуру в печи, когда ее нужно понизить, когда и какие легирующие добавки ввести в расплав... И в конце концов выпускает из печи сталь заданной марки. Работа дается ему нелегко, требует многолетнего опыта, в спешке человек далеко не всегда действует оптимальным образом... Словом, перед нами как раз тот случай, когда труд человека явно нуждается в помощи компьютера.

Однако сделать процесс выплавки стали полностью автоматическим еще никому в мире не удалось — слишком сложной, многокритериальной получается система,

в которой к тому же еще присутствует элемент случайности. Поэтому для начала решили создать автоматизированную систему управления, которая бы работала в режиме «советчик оператора». ЭВМ с помощью датчиков следит за процессом и высвечивает свои рекомендации на экране дисплея. А там уже дело человека — принимать или не принимать эти рекомендации к исполнению.

Сталевары с удовлетворением встретили новинку. Но процесс выплавки стали, повторяем, весьма сложен. И потому далеко не все тонкости труда сталеваров удалось сразу учесть при проектировании системы. А значит, нет ничего удивительного в том, что первые советы компьютера, мягко говоря, были весьма далеки от идеала. Операторы сначала посмеивались над такими «советами», а потом и вовсе перестали обращать внимание на дисплей, продолжая работать по старинке.

Однако разработчики системы вовсе не даром ели свой хлеб. Они создали самообучающую, аддитивную систему. То есть компьютер в каждом случае анализировал и свои решения, и решения оператора, выявлял лучшие... Словом, машина училась на ошибках и через некоторое время ее советы стали вполне дельными. Но операторы к этому сроку уже привыкли к мысли, что от ЭВМ толк невелик, и по-прежнему не обращали на нее внимания. Что делать? Как преодолеть создавшийся психологический барьер?

Решили устроить... своего рода соревнование между человеком и компьютером. Ведь ЭВМ начисто лишена честолубия, аккуратна, ничего не забывает, поэтому если в программу ввести небольшое дополнение, то она будет добросовестно фиксировать как свои собственные промахи и удачи, так и все действия оператора. Так что после каждой смены на экране дисплея можно будет наглядно увидеть, сколько ошибок сделал человек и сколько компьютер. А заодно показать, какую сумму заработал сталевар в действительности, а какую мог бы заработать, если бы прислушался к советам ЭВМ, правильно оценил их качество, использовал бы научные рекомендации и в конце концов провел бы плавку в оптимальном режиме. Такая наглядная агитация оказалась много действенней самих строгих приказов.

В будущем, как полагают специалисты, в подобных системах двухканального управления на компьютер бу-

дет возложено не только неукоснительное выполнение всех режимов производственного процесса, знание его технологических тонкостей и возможностей для исправления ошибок, допущенных в том или ином случае, но и слежение за чисто человеческими факторами работы — здоровьем и эмоциональным состоянием оператора и т. д. Не для кого ведь не секрет, что наша работоспособность во многом зависит от самочувствия и даже настроения. И если человек пришел на работу в подавленном состоянии или даже просто не выспался, то его рабочая форма весьма далека от оптимальной. Данные об этом тотчас поступят в машину, и в зависимости от этого она может выбрать менее напряженный вариант технологического процесса или даже попросит в нужный момент помощи у старшего оператора. Действие, отнюдь не лишнее в том случае, когда регулируемым технологическим процессом является, скажем, управление перемещением самолетов в районе аэропорта. Ведь здесь ошибка оператора может стоить сотен человеческих жизней.

**ВРЕМЯ БОЛЬШИХ СИСТЕМ.** Производственные, экологические, социальные связи современного общества все усложняются, становятся все более разветвленными и обширными. Какую роль в их совершенствовании сыграет вычислительная техника в скором будущем?

Какая погода будет завтра? Чтобы ответить на этот вопрос, работают десятки тысяч людей, сотни тысяч приборов. Информация от многих тысяч местных метеостанций, расположенных порой в самых глухих уголках, поступает сначала в областные, региональные метеоцентры, потом республиканские и уже после на третий, высший уровень — в Центральный метеоцентр, который выдает сводный прогноз погоды по всей территории.

Так обстоят дела с метеопрогнозами в нашей стране, по такому же принципу построена метеослужба и в большинстве других стран мира. Мы вспомнили о ней не только потому, что знать погоду на завтра или послезавтра порой жизненно важно для людей многих профессий — рыбаков, летчиков, пастухов, но еще и потому, что система сбора метеоданных — типичный пример большой системы — комплекса сооружений, устройств, приборов, который, как правило, имеет большую территорию распространения и несколько уровней управления.

Каждая разновидность больших систем — чаще всего явление уникальное. Никто ведь не станет создавать две дорогостоящие системы сбора информации о погоде, если достаточно одной. Но количество больших систем разного назначения растет с каждым годом. Невозможно представить «вещью в себе» искусственные спутники Земли и орбитальные корабли. Следит за их полетом, принимает от них информацию и передает большая система, управляемая центральным координационно-вычислительным центром. Немыслима без наземных служб и аэродромов, размещенных по всему миру, работа национальных и международных авиалиний гражданского воздушного флота. Трудно себе представить, как можно разлучить поезда с вокзалами и системой стальных магистралей, а современный автомобилизм немалым без системы автозаправочных станций и пунктов техобслуживания...

Словом, в настоящее время различных больших систем насчитывается столько, что, для того чтобы справиться с ними, специалисты разделили их на два класса — детерминированные и недетерминированные системы. Такая классификация позволяет определить, от систем какого класса ждать самых больших неприятностей.

Типичный пример детерминированной системы — автоматическая система связи. В каждом городе есть своя АТС. В крупных городах таких АТС даже несколько. Система типа АТС работает по жесткой, наперед заданной программе и работает безупречно, пока в ней что-то не поломается. Но поломка тоже невелика: придет наладчик — все исправит. И при этом наверняка можно сказать, что с непредвиденной ситуацией наладчик не столкнется. Детерминированная система потому так и называется, что все ее «выкрутасы» можно знать наперед и составить для обслуживающего персонала четкий перечень инструкций, как действовать в той или иной обстановке. Никакая поломка ведь не заставит АТС города Парижа вдруг перейти на обслуживание абонентов Москвы или, того удивительней, заняться вдруг выпечкой французских булочек.

Иное дело системы недетерминированные. Здесь неопределенностей хоть отбавляй. Классическим примером может послужить система, управляющая воздушным движением в районе того или иного аэропорта. Такая система, состоящая из множества не только машин, но и

людей, перерабатывает информацию, поступающую из многих и многих источников: радиолокационных станций, метеобюро, самолетов, наземных служб... И все идет более или менее гладко, когда вся эта информация поступает бесперебойно, погода хорошая и нигде не произошло никакого сбоя, ЧП или аварии. В этом случае с регулированием движения вполне может справиться и ЭВМ. Более того, при работе по отлаженному алгоритму компьютер даст сто очков вперед самому квалифицированному оператору.

Но вот случилась авария, нарушилась радиосвязь или просто испортилась погода... Причин для нарушения нормального режима множество, их нельзя предугадать заранее, нельзя составить перечень возможных нарушений, а значит, и алгоритм решений, требуемых для ЭВМ. Значит, в недетерминированных системах надежда по-прежнему лишь на опыт и интуицию человека-оператора, управляющего системой? А ведь сложность больших систем растет с каждым годом, возрастают нагрузки на управленцев, дороже стоят допускаемые ими ошибки. Неужто ничего нельзя сделать?..

**Иерархия в мире машин.** Мы уже говорили о том, что со многими ЭВМ сегодня можно связаться, не выходя из дома, — был бы телефон под рукой. Телефонными каналами связи ЭВМ «связаны» в огромные вычислительные комплексы или, как их еще называют, в вычислительные сети. Там, где один компьютер не может справиться с возложенной на него задачей, справляются все сообща.

В настоящее время в мире действует несколько вычислительных сетей. Первая территориальная сеть обработки данных ARPA, названная так по начальным буквам слов «Advanced Reserch Project Ageincy» — «управление перспективных исследований» — начала функционировать в 1969 г. Она стала прообразом многих других сетей — французской CYCLADES, Европейского экономического сообщества, Международной европейской вычислительной сети, канадской АТАРАС... Все они устроены примерно одинаково.

В каждой из вычислительных сетей есть своя подсеть из коммутационных процессоров, обеспечивающих обмен информацией между всеми компьютерами, входящими в систему. В отличие от телефонной сети, в которой два абонента связываются через АТС посредством

коммутации каналов непосредственно, в сети обработки данных заявки от ЭВМ, не справляющихся со своими задачами, поступают в коммутационные процессоры. В заявках указывается абонент, которому нужна та или иная информация или решение задачи, и адресат, к которому он намерен обратиться за помощью. Адресат может и не указываться, тогда указываются лишь требования к нему — нам зачастую все равно, какая именно ЭВМ решит нашу задачу, лишь бы она сделала это побыстрее. Тогда коммутационный процессор пересылает заявку ближайшей свободной машине с подходящим объемом памяти.

Для облегчения функционирования коммутационных процессоров в сети, как правило, имеются еще терминальные коммутационные процессоры-терминалы, которые служат своеобразными буферами между компьютерами и подсетью коммутационных процессоров. С их помощью отыскиваются наилучшие варианты выхода к той или иной машине или группе машин. Вычислительная сеть, как правило, решает сразу множество задач, и поэтому, если данная машина занята, абоненту придется некоторое время выждать, пока она освободится.

Если же пользователь ждать не может, он присваивает своей задаче высокий приоритет (нулевой считается высшим), и тогда машина прервет решение задачи с низшим приоритетом и тотчас займется решением более важной и спешной. Вычислительные сети отдельных стран через коммутационные процессоры и каналы связи, в число которых входят и спутниковые, могут быть связаны между собой во всемирную вычислительную сеть.

**Централизация или децентрализация?** Итак, компьютеры объединяются в комплексы, вычислительные сети, которые могут в принципе распространяться на всю планету и даже выходить за ее пределы: ведь компьютеры, установленные на космических кораблях, тоже имеют связь с земными ЭВМ. Сегодня они — незаменимые помощники людей во множестве больших и малых дел: с их помощью управляют производством отдельных участков, цехов и даже заводов, они проводят банковские операции в целых отраслях народного хозяйства...

Ну а что будет завтра? Каких высот может достичь компьютеризация? Какова стратегия ее ближайшего и отдаленного будущего?... На эти вопросы пока нет одно-

значных ответов. Одни специалисты полагают, что для компьютеров нет ничего невозможного; создание искусственного интеллекта, сравнимого по своим данным с человеческим мозгом, — дело нескольких ближайших лет, в крайнем случае десятилетий. Ну а с ростом возможностей вычислительной техники будет возрастать и уровень ее участия в решении народнохозяйственных задач. Как, скажем, полагал академик В. М. Глушков (см. приложение «Практика восьмидесятых». — *Ред.*), вычислительным комплексам по плечу управление хозяйственными операциями не только отдельных отраслей промышленности и сельского хозяйства, но и всей страны в целом. Другие ученые, и среди них большинство зарубежных, полагают, что уровень компьютеризации имеет свой предел. «Электронный мозг», управляющий страной, по всей вероятности, невозможен, полагают они. Всякая централизация имеет свои ограничения. И у этой точки зрения тоже есть определенные резоны.

Так, например, уже знакомая нам вычислительная сеть ARPA создавалась двенадцать лет, однако и по сию пору далеко еще не все технические и организационные трудности, мешающие ее функционированию, решены полностью. И это система, которая в принципе имеет довольно узкие политехнические рамки, используется большей частью для разного рода расчетов, но отнюдь не решает управленческих задач общегосударственного размаха.

«Чрезмерная централизация даже вредна, — полагают эти специалисты. — Вспомните хотя бы пример Римской империи. Она развалилась прежде всего потому, что центральные органы власти не успевали реагировать на события, происходящие на окраинах...» А когда им возражают, говоря, что дело тут не столько в централизации, сколько в неразвитой системе связи — информация с мест безнадежно запаздывала, и столь же медленно «достигали» нужного региона меры, принимаемые центральной властью, сторонники этой точки зрения ссылаются на более свежий пример — случай с автомобильной империей Форда. Действительно, несколько лет назад концерн Форда едва не потерпел крах из-за управленческих трудностей. И сегодня он разделен на несколько практически самостоятельных подразделений, которым разрешено даже конкурировать друг с другом.

Различные точки зрения в какой-то мере связаны с

социальными условиями, в которых приходится работать тем или иным специалистам. Никто ведь, например, всерьез не говорит о сколь-нибудь строгом общегосударственном планировании в условиях капитализма, когда очень многое в производстве определяет стихия рынка.

Есть у децентрализации и другие резоны, с которыми, по крайней мере в настоящее время, приходится считаться. Так, скажем, далеко не все технические, а тем более экономические и организационные системы возникли на основании единого проектировочного замысла. Изначально были более простые системы. Это, во-первых. Во-вторых, сложность многих систем уже в настоящее время достигла такого уровня, когда для централизованного управления пришлось бы перерабатывать столь огромное количество информации, что даже современные сверхскоростные ЭВМ с этой задачей справлялись бы безнадежно поздно. Кому, скажем, нужна точная информация о завтрашней погоде, которая будет выдана послезавтра? В-третьих, с ростом сложности больших систем неизбежно падает их надежность. Например, при числе контактов порядка  $10^{10}$ , что соответствует числу контактов в современной мировой телефонной сети, вероятность безотказной работы всей сети равна 0. И если сеть эта все-таки функционирует, то потому, что в системе благодаря децентрализации существует избыточность по управлению, и меры по устранению отказов принимаются достаточно быстро. В ряде случаев весьма трудно сформулировать проблему на том уровне точности, которую требует современная вычислительная техника. Много еще неразберихи и в чисто организационных вопросах, технических стандартах, особенно когда дело касается межнациональных систем...

Словом, работы для человечества еще вполне достаточно. И, как свидетельствуют публикации в специальной и общедоступной печати, человечество этими проблемами достаточно активно занимается. С каждым днем растут быстродействие и надежность компьютеров. Изыскиваются новые способы и методы объединения их. Создается новая элементная база — от электронных машин в ряде случаев специалисты переходят уж к оптоэлектронным... [24, 25, 26]. А значит, в конце концов поставленные задачи будут успешно решены. Им на смену возникнут новые, еще более сложные — такова диалектика прогресса...

## Источники

1. Aviation Week and Space Technology (США), т. 122, 1985, № 12.
2. Die Umsehau (ФРГ), 1984, № 4.
3. New Scientist (Англия), т. 105, 1985, № 1449.
4. The Financial Times (Англия), 1984, № 29402.
5. Design News (США), т. 40, 1984, № 21.
6. Forthun (США), 1984, № 4.
7. Работническо дело (НРБ), 1983, № 28, 65.
8. Farmes Weekly (Англия), т. 96, 1985, № 7, 8.
9. В а с я н и н В. Сельскохозяйственные работы. М., Колос, 1984.
10. New Scientist (Англия), т. 94, 1982, № 1303.
11. The Financial Times (Англия), 1980, № 28143.
12. Science (США), т. 215, 1982, № 4528.
13. New Scientist (Англия), т. 96, 1982, № 13371.
14. Gardian (Англия), 1985, № 87.
15. The Financial Times (Англия), 1984, № 29452.
16. New Scientist (Англия), т. 96, 1982, № 1338.
17. Electronic Design (США), т. 31, 1983, № 11.
18. Electronic Design (США), т. 32, 1984, № 8.
19. New Scientist (Англия), т. 93, 1982, № 1288.
20. Орбита (НРБ), № 50 (727), 1983 г.
21. Авдеев В. и др. Двухканальная активная система с переменной структурой. — Известия ВУЗ, серия «Черная металлургия» 1982, № 8.
22. Авдеев В. и др. Стимулирование человека-оператора в условиях АСУТП. — В сб. трудов «Механизмы функционирования организационных систем», вып. 29. М., Институт проблем управления АН СССР, 1982 г.
23. Растрингин Л. Вычислительные машины, системы, сети... М., Наука, 1982.
24. Electronic Design (США), т. 33, 1985, № 6.
25. New Scientist (Англия), т. 105, 106, 1985.
26. High Technology (США), т. 5, 1985, № 3.

---

Сообщения иностранных газет, журналов, информационных агентств приводятся без оценки достоверности отдельных источников.

## **УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!**

В 1986 году в серии «Техника» выйдут следующие брошюры:

**Г. И. Марчук**, академик и др.

### **ЕДИНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА**

**Л. А. Мелентьев**, академик и др.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Этой брошюрой серия «Техника» заканчивает публикацию материалов по проблемам энергетического обеспечения народного хозяйства в одиннадцатой пятилетке и до 1990 г. Читатели познакомились с такими носителями энергии, как уголь, нефть, газ, солнечная радиация, прочитали о ядерной и термоядерной энергетике, водороде и т. д. Академик Л. А. Мелентьев и другие специалисты обсуждают вопросы увязки всех видов энергии в оптимальный топливно-энергетический комплекс в соответствии с критериями потребностей народного хозяйства, сохранения невозобновляемых источников, экологической безопасности и др.

**И. А. Глебов**, академик и др.

### **НТП И КРУПНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

В брошюре рассказывается о разработке, проектировании, создании и эксплуатации уникальных сверхмощных турбин, генераторов и т. д. Обсуждаются перспективы применения подобных машин в народном хозяйстве, их преимущества и недостатки.

**П. Ф. Ломако**, министр цветной металлургии СССР и др.

### **НОВОЕ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ (Выпуск II)**

**А. В. Шилейко**, доктор технических наук и др.

### **СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ: УСТРОЙСТВО И ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Развитие производства сегодня не мыслится без насыщения его электронно-вычислительной техникой. Разнообразие компьютеров, их универсальность и постоянное удешевление, быстроедействие и способность к адаптации станут предметом разговора в аннотируемой брошюре.

**Г. В. Гогричиани**, доктор технических наук и др.

### **ПНЕВМАТИКА В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Б. Н. Васичев**, доктор технических наук и др.

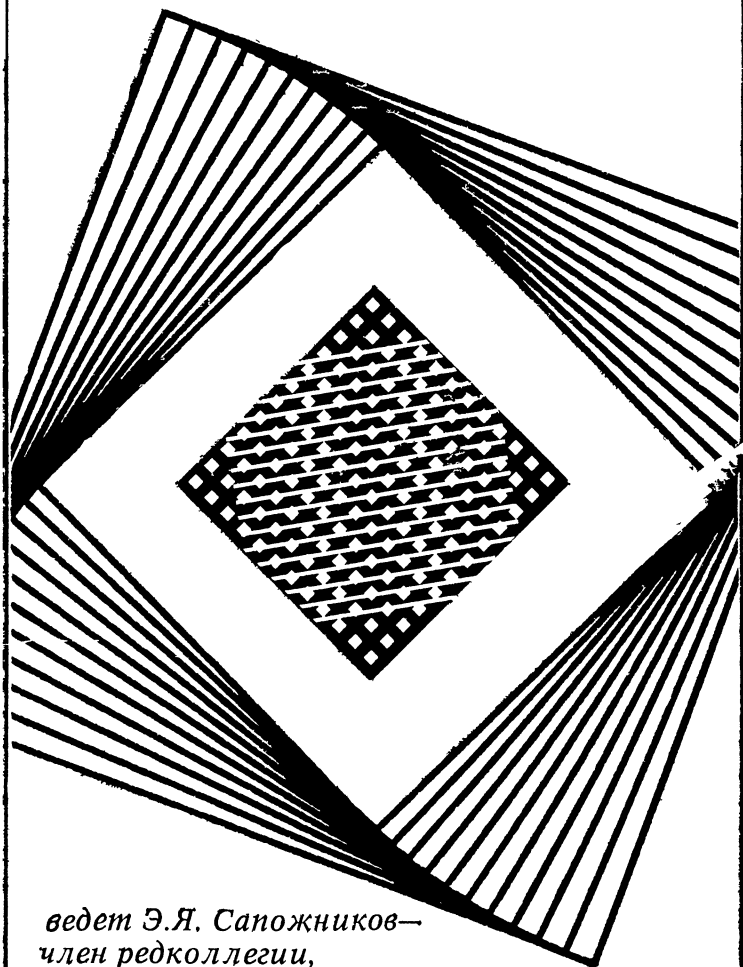
### **ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ТЕХНИКА**

В брошюре коротко будет рассказано об истории развития электронно-лучевой техники, описаны современные электронно-лучевые установки и области их применения. Показаны пути развития и совершенствования электронно-лучевой техники.

**ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ** (О работах, удостоенных Ленинской и Государственной премий)

*Индекс-серии в каталоге «Союзпечати» — 70105.*

# РЕДАКЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ



ведет Э.Я. Сапожников—  
член редколлегии,  
заместитель начальника отдела  
Госкомизобретений.

## О КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАМОТНОСТИ.

Я работаю в Новосибирском академгородке, в вычислительном центре Академии наук СССР. В моей лаборатории есть группа, которая называется «группа школьной информатики». В 1965 году на одном из научных семинаров я услышал, что через некоторое время появится ЭВМ размером с почтовую марку. Это произвело на меня большое впечатление, я понял, что если действительно будет так, то облик вычислительной техники, а главное, способ ее использования в ближайшие годы очень сильно изменится. Я вообразил себе эту еще не существующую машину будущего как гибрид телевизора и пишущей машинки. Выглядело это примерно так: от пишущей машинки нужно взять клавиатуру, а от телевизора — электронно-лучевую трубку. Такой гибрид ставится на стол, человек через клавиатуру вводит в машину тексты, а машина воспроизводит тексты или рисует картинки на экране, давая ответы или указания.

Вот такую, как сейчас говорят, персональную электронно-вычислительную машину я тогда себе и вообразил. И не знаю почему, не могу сейчас это объяснить точно, но я задался таким вопросом: как же будет выглядеть школа завтрашнего (да, впрочем, и сегодняшнего) дня, если такая маленькая персональная электронно-вычислительная машина появится на каждой парте? Мы решили организовать нечто подобное у нас в вычислительном центре, пригласили в наш институт ребятшек, разрешили им работать с терминалами (тогда персональных машин у нас не было). Теперь ясно, что этот научный эксперимент был начат вовремя. Прошло десять лет, и придуманный нами гибрид пишущей машинки и телевизора стал реальностью.

Мы поставили в нашем научном проекте очень много вопросов: во-первых, как учить, во-вторых, чему учить, в-третьих, с какого возраста, в-четвертых, насколько легко ребята могут усваивать эту новую науку или это, наоборот, будет для них совершенно непосильная работа.

---

Интервью у академика А. П. ЕРШОВА взял журналист И. С. Ильин

Работа действительно была очень трудная, все было в диковинку. Но с самого начала мы обнаружили, что происходящее для ребят чрезвычайно интересно и что нет такого возраста, раньше которого нельзя допускать детей за ЭВМ. Даже если ребенок еще не умеет читать, все равно он может рисовать, складывать кубики, управлять клавишами, чтобы получилась какая-то смешная картинка, сыграть с машиной в игру... Он быстро привыкает к машине, радуется.

Мы, конечно, решили заняться не только играми с этой электронно-вычислительной машиной, нам надо было понять: смогут ли дети составлять программы, пользоваться сложными алгоритмами и т. д. И вот буквально через полгода занятий в школе юных программистов у некоторых ребят работа на электронно-вычислительной машине не вызывала никаких затруднений. Мало того, мы обнаружили, что они осваивают это дело гораздо быстрее нас. У них появилась какая-то ловкость в пальцах, какая-то безошибочность мышления и после первых уроков такой компьютерной грамоты они начинали очень хорошо работать.

Однажды у нас появилась новая электронно-вычислительная машина. Ее поставили в вычислительном центре, и одним из первых принялся осваивать ее ученик 9-го класса нашей школы Женя Налимов. Прошло меньше года с того времени, как она появилась, и скоро мы обнаружили, что самым знающим экспертом по новой машине стал Женя Налимов. Выяснилось, что наши серьезные научные работники, прежде чем начать работу на этой машине, шли к Жене Налимову. Это явилось для нас доказательным примером того, что вычислительной машиной можно «овладевать» смолоду.

К тому, что я сказал, нужно добавить следующее. Когда в наших докладах, да и не только в докладах, стали говорить о том, что надо знакомить детей с ЭВМ и ее применением, то как-то сразу нас начали убеждать в том, что в современной школе ребенок и так перегружен объемом информации, а вы хотите его нагрузить еще одним делом. Однозначно ответить на эти обвинения мы не могли, поскольку только приступали к внедрению ЭВМ в школьную практику. Но специальные наблюдения показали, что знакомство ребят с ЭВМ — это не просто нагрузка. Это такое знание, которое очень помо-

гает ребятам в их непростой школьной жизни. Это примерно то же самое, что физкультура. Она требует от вас времени и сил, но благодаря ей вам легче не только учиться, но и жить, и отдыхать, и трудиться, и т. д.

Иными словами, электронно-вычислительная машина в школе помогает детям изучать разные предметы, благодаря ей учиться гораздо удобнее, проще, сам учебный процесс эффективнее. Электронно-вычислительная машина нужна в школе не только для того, чтобы овладевать программированием, учиться решать на ней те или иные математические задачи или еще что-нибудь определенное, она годится абсолютно для всего. Электронно-вычислительная машина — гибкий и удобный партнер, который помогает разбираться в самых разных науках. Электронно-вычислительная техника самой противной зубрежке может придать характер увлекательного соревнования. Таким образом, ЭВМ в школе — это не дополнительная работа, наоборот, ученики работают интересней, интенсивнее, быстрее. Это не теоретические рассуждения, это реальный опыт школы юных программистов. И не только ее. В Новосибирском академгородке в одной из обычных школ уже второй год ведутся занятия в компьютерном классе. Там установлены первые советские персональные ЭВМ — машины «Агат». Так вот, во время перемены ребят «оттащить» от машины и выдворить в коридор просто невозможно.

Когда я думал о нашем эксперименте, мне все время хотелось понять: почему дети так легко осваивают основы работы на ЭВМ. И понял, что это не случайно. Ведь программирование — это не только «непостижимое» искусство писать команды для электронно-вычислительной машины, это естественное, как выражаются ученые, «фундаментальное свойство каждого разумного человека». Мне стало ясно, что в каком-то смысле большая часть нашей жизни проходит как выполнение каких-то программ. Я уже не говорю о том, что мы вычисляем по алгоритмам, по алгоритмам, скажем, переходим улицу, убираем наш дом и так далее. То есть человеку постоянно приходится как-то планировать свои поступки, как-то организовывать их в пространстве и времени — это и есть программирование. И только когда потребовалось заставить автомат что-то делать, мы задумались, а что же такое программирование, а как вообще надо планировать действия, какие тут есть правила и т. д.

Появление электронно-вычислительных машин перевело программирование из некоей абстрактной категории в конкретный предмет всеобщего интереса. Электронно-вычислительные машины во все большем количестве появляются среди нас, они придут на каждое рабочее место, наша судьба — трудиться рука об руку с роботами, «заставлять» их работать, перенастраивать то на одно производство, то на другое. Вот и появился такой образ: программирование — это вторая грамотность человечества. И когда мы поняли это, тогда в каком-то смысле многое встало на свои места: основам программирования нужно учить всех, начиная со школьной скамьи.

При обучении в школе, скажем, иностранному языку учащемуся не нужно программировать, потому что в машине уже есть заготовленная программа. Мало того, когда мы приносим машину в новое место ее применения — в магазин, в сберегательную кассу, в бухгалтерию, куда угодно, она запрограммирована так, чтобы пользователи легко с ней справлялись. Для чего же в таком случае учить программированию?

Не все мы пишем романы. Если же хотим что-то почитать, то не просим нашего знакомого написать нам роман или повесть. Есть профессиональные писатели, которые занимаются этим. Таким образом, книги пишет ограниченное количество профессиональных писателей и тем не менее в школе мы учим всех писать сочинения. И каждый знает, что делается это не напрасно — каждому нужно что-то написать, каждому нужно уметь прочесть роман, понять, как он построен, разглядеть фабулу, понять автора, приобщиться к нему. Примерно то же самое происходит и с программированием. Каждый человек обязательно должен написать хотя бы небольшую программу, пережить радостный и высокий эмоциональный момент, когда он обнаруживает, что неодушевленная машина — эта помесь пишущей машинки и телевизора, вдруг благодаря написанной им программе ведет себя осмысленно, рисует на экране красивую картинку или решает задачу. Программирование — это творческий процесс, пережить радость творчества очень важно. И просто нельзя лишать молодежь не только такого удовольствия, но и возможности понимать все это. А кроме того, мне кажется, нужно потворствовать естественному интересу любого молодого человека, который

всегда стремится понять, а что же там скрывается за черной коробкой и как работает машина?

Практика работы с ЭВМ, особенно когда вы общаетесь с ней сообщениями, говорит о том, что пользователь скоро забывает, что имеет дело с машиной. Например, машина дает задание. Человек надолго задумывается, не может сразу найти решение. На экране ЭВМ появляется такой текст: «Вы испытываете мое терпение». Человек воспринимает эту реплику как чисто человеческую, она его обижает. Когда маленький ребенок рисует на экране ЭВМ, скажем, кружочек или мячик и когда он замкнул окружность, машина под этим кружочком подписывает: «Молодец, у тебя сегодня очень хорошо получилось». Малыш в восторге выпрыгивает из-за машины и говорит учителю: «Она меня похвалила».

Или, наоборот, когда у малыша не получился этот кружочек, машина не ставит двойки, она говорит: «Ну ничего, посмотри повнимательней, где ты ошибся. В следующий раз у тебя обязательно получится». И хотя это в общем-то имитация, тем не менее можно говорить, что машина обладает каким-то чувством юмора, она может сердиться, быть разговорчивой или от нее не дождешься ответа.

---

### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ

С 1985 года Правление Всесоюзного общества «Знание» издает бюллетень «НТР: проблемы и решения». Бюллетень освещает вопросы научно-технического прогресса, публикует информацию о наиболее эффективных открытиях и изобретениях, научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработках, знакомит с работой исследователей и научных коллективов, с актуальными проблемами освоения техники и технологии.

Выходит бюллетень «НТР: проблемы и решения» дважды в месяц. Распространяется по подписке через агентства «Союзпечать» и отделения связи на любой срок и без ограничения.

Индекс по каталогу «Союзпечать» — 70198. Подписная цена на год 1 руб. 20 коп.

# МОЗАИКА ДЛЯ ЛЕКТОРА

**ЭВМ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.** На ВДНХ СССР развернута экспозиция «Автоматизация научных исследований». Сегодня мы рассказываем о некоторых экспонатах этой выставки.

**Диагностика электроники.** Цель, которую ставили перед собой авторы этой разработки, — фундаментальное изучение явления электронного переноса на границе раздела полупроводник — диэлектрик. Исследование, казалось бы, чисто теоретическое, но оно преследовало и сугубо практические цели — выявить причины, ухудшающие работоспособность электронных устройств, отыскать возможные пути устранения этих причин. А чтобы дела шли быстрее и успешнее, исследования решили проводить не вручную, а при помощи «Автоматизированного комплекса для исследований и диагностики электрофизическими методами материалов и изделий электронной техники».

Автоматизированная система включает в себя ЭВМ — центральный логический узел, содержащий программу управления экспериментом, системы сбора экспериментальных данных, устройства, обеспечивающие представление измеряемых аналоговых сигналов в цифровом виде, устройства, обеспечивающие обратный перевод (это необходимо для управления экспериментом в его ходе) и, наконец, исполнительные устройства, с помощью которых непосредственно и осуществляется эксперимент.

Сами по себе приборы, входящие в систему, достаточно известны, серийно выпускаются нашей промышленностью. Специалистам Института радиотехники и электроники АН СССР как будто оставалось сделать чуть-чуть — собрать разрозненные приборы в единую систему. Однако механизмов электронного переноса известно много. Поэтому система должна была с высокой точностью варьировать и поддерживать внешние условия — температуру, напряжение, силу магнитного поля, чтобы можно было выявить области, где доминирует определенный из них. А это значит, что нужно было разработать достаточно гибкую, динамичную и опять-таки весьма высокоточную систему управления всеми приборами комплекса.

С этой задачей авторы справились отлично. Созданная ими система удостоена нескольких авторских свидетельств, позволяет определить характер процессов, происходящих в полупроводнике при воздействии самых экстремальных условий и возмущений.

**Математика на службе электроники.** Основным элементом большинства современных микроэлектронных устройств является полевой транзистор. Его работоспособность определяется различными процессами, происходящими в твердом теле на границе раздела полупроводник—диэлектрик, в первую очередь рассеянием электронов в результате их столкновения с разнообразными дефектами твердого тела, а также захватом свободных электронов атомами вещества.

Для описания электронных свойств границы раздела специалисты используют понятия подвижности электронов и плотности электронных пограничных состояний. Подвижность характеризует возможность электронов двигаться вдоль границы раздела полупроводник—диэлектрик, а плотность определяет число дефектов, способных захватить электроны. Иногда электронное состояние вещества

характеризуется еще и энергией ионизации, то есть величиной работы, которую нужно затратить на удаление одного электрона из внешней электронной оболочки атома, находящегося в состоянии покоя или некоторого возбуждения.

Для определения всех этих характеристик специалисты используют различные физические методы. Так, например, эффект Холла дает возможность судить о подвижности электронов, методы вольг-фарадных характеристик дают информацию о спектре электронных состояний, то есть о числе этих состояний, приходящихся на единичный интервал энергии.

Чтобы получить надежные результаты при использовании любого метода, нужно проводить не единичное измерение, а целые серии, с тем чтобы затем методами статистической обработки исключить влияние помех и прочих случайных процессов.

Порой приходится обрабатывать десятки тысяч измерений. И делать это вручную — значит, заставить многих людей долгое время заниматься скучной и монотонной работой. Гораздо быстрее с подобной задачей справляется АСПЭД — автоматизированная система полной обработки данных по спектроскопии электронных состояний на границах раздела полупроводник—диэлектрик, разработанная группой ученых и инженеров под руководством академика Ю. В. Гуляева.

Используя новейшие достижения отечественной математики, в том числе и метод регуляции академика Тихонова для проведения модельных расчетов в рамках вычислительного эксперимента, комплекс обеспечивает повышение производительности труда при научных исследованиях в десятках раз.

**Нейроны на экране.** Еще Маркс говорил, что самая неприступная крепость в мире — человеческий мозг. Действительно, мы и сегодня знаем о нем, вероятно, меньше, чем о поверхности Луны или о дне океана. И все-таки человечество не оставило надежду познать самого себя как можно глубже.

Большую помощь в этом оказывает ученым сегодня современная вычислительная техника. Один из примеров симбиоза таланта исследователя и огромных технических возможностей ЭВМ — экспонат под названием «Система автоматизации нейрофизиологических исследований на одиночных нейронах головного мозга человека во время нейрохирургических операций». Она создана совместными усилиями сотрудников Института химической физики АН СССР и Института нейрохирургии имени Н. Н. Бурденко АМН СССР.

Суть работы этого комплекса вкратце заключается во введении в определенный участок очень тонкого, порядка одного микрометра электрода. Это делает хирург, причем операция проходит достаточно безболезненно — мозг не реагирует на такое микровнедрение болезненными ощущениями. Дальнейшее же, как говорится, дело техники. Биосигналы мозга, улавливаемые электродом, поступают в усилитель, записываются на магнитофон и отправляются на обработку в ЭВМ. Одновременно может быть сделана графическая запись поступающих данных при помощи пера-самописца. Возможна и непосредственная трансляция сигналов мозга на телеэкран.

Таким образом хирург во время операции получает возможность постоянно следить за состоянием тех или иных участков мозга, а по ее окончании проанализировать весь ход операции по записям на магнитофонную ленту. Более того, использование ЭВМ дает возможность оперативно реагировать на те или иные изменения в состоянии мозга, вовремя вводить соответствующие лекарства.

В настоящее время с помощью такой системы в Институте нейрохирургии проведено уже более сотни успешных операций на мозге.

**ЭВМ в геологии.** Автоматизированная система сбора и обработки экспериментальных данных геологии и геофизики предназначена для автоматизации решения задач исследования физических свойств минералов с целью прогнозной оценки рудных месторождений на основе минералофизического метода.

Система является универсальной и пригодна для сопряжения с разнообразными датчиками и приборами, согласованными по уровням сигналов, входным сопротивлениям, а также по информационному потоку.

Основа автоматизированной системы — программируемый терминал на основе микро-ЭВМ «Электроника ДЗ-28» — является нижним уровнем двухуровневой вычислительной системы автоматизации сбора данных и их обработки. Верхний уровень машины ЕС ЭВМ. Функциональные и метрологические показатели системы обеспечиваются аналого-цифровым устройством «Код-8М».

**Для любых исследований.** Набор аппаратуры для автоматизации научных исследований в международном стандарте КАМАК разработан в Научно-техническом объединении АН СССР. Он предназначен для обработки экспериментальных данных, позволяет автоматизировать измерения, управлять объектом или процессом любой природы.

Столь широкие возможности системы обусловлены магистрально-модульным принципом организации информационных связей. То есть каждый модуль, выполненный на отдельной плате или группе плат, представляет собой законченное устройство, управляемое цифровым контроллером или ЭВМ.

Основой системы КАМАК является блок-крейт с 25 станциями-разъемами, в которые по направляющим вставляются модули, в том числе и контроллеры. Каждый модуль может занимать в зависимости от сложности одну или несколько ячеек. Обмен информацией между модулями проходит по шинам магистрали и организуется контроллером.

Адресация модулей в крейте осуществляется при помощи сигнала номера станции, передаваемого по индивидуальным шинам. Устройства в модуле адресуются при помощи кода субадреса, а выполняемая функция, то есть то, что должен делать данный модуль, задается кодом функции. Цикл обмена информацией в магистрали крейта синхронный.

Если создаваемая система автоматизации научных исследований получается чересчур сложной и не уместается в одном блоке, возможна организация многокрейтовых систем путем подключения крейтов к вертикальной магистрали — ветви. Цикл обмена информацией в ветви также синхронный. Таким образом, в одной стойке может помещаться 5—7 крейтов. Обычно этого хватает для создания автономной системы автоматизации научных исследований в биологии, биофизике, микроэлектронной технике и т. д.

Если же и возможности стойки окажутся недостаточными, стандарт КАМАК дает возможность построения и более сложных систем со многими уровнями управления и подключения к системе стандартных больших ЭВМ.

Таким образом, возможности современной электронной техники обеспечивают высокую эффективность и производительность исследований в самых различных областях науки.

**«МОСКВА», ДИСПЛАН, ОГАС...** На выставке «Научно-технический прогресс-86», проходившей на ВДНХ СССР, среди множества вычислительных комплексов разного назначения особое внимание посетителей привлекал один. «Комплекс АСУ «Москва» — значилось на табличке. Но дело не только в красивом названии — этот комплекс знаменует новый шаг вперед в компьютеризации страны.

«Комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем управления хозяйством Москвы представляет собой совокупность автоматизированных систем управления, включающих в себя АСУ самого разного уровня, начиная от автоматизированного рабочего места и кончая общегородскими и межотраслевыми, — пояснил ученый секретарь НПО АСУ «Москва» А. Д. Малов. — Уже на первом этапе своего развития комплекс должен объединить более 500 автоматизированных систем управления объединениями, предприятиями и организациями Мосгорисполкома, на которых должно функционировать несколько сот АСУ технологическими процессами, около 30 АСУ НИИ и КБ, более 400 отраслевых АСУ, 11 межотраслевых, 33 районных и 9 общегородских...

Все это хозяйство базируется на сети вычислительных центров коллективного пользования. Таким образом, «Москва» представляет собой вычислительную сеть, объединяющую при помощи каналов связи терминальные сети вычислительных центров самого различного уровня, начиная от простейших ЭВМ типа «Электроника» и кончая высокопроизводительными ЭВМ типа «Ряд-2».

Иерархия этой структуры такова. На нижнем уровне находятся территориальные, районные ВЦКП — вычислительные центры коллективного пользования. В случае необходимости они подсоединяются к межотраслевым ВЦКП следующего уровня, а те координируются центральными ВЦКП.

В свою очередь, центральный вычислительный центр коллективного пользования является звеном создаваемой в настоящее время государственной сети вычислительных центров — ГСВЦ.

Если комплекс АСУ «Москва» обеспечивает осуществление планирования и управления строительством, транспортом, торговлей, жилищно-коммунальным хозяйством, здравоохранением и другими отраслями городского хозяйства и города в целом, — продолжал свой рассказ Андрей Дмитриевич Малов, — то государственной системе будут по плечу и более обширные задачи. Так, например, уже в настоящее время учеными Института кибернетики АН УССР разработана диалоговая система планирования ДИСПЛАН, предназначенная для обеспечения оптимального планирования всего народного хозяйства...

На основе этой системы активно ведутся разработки по созданию комплексов автоматизированного планирования для Госплана СССР и госпланов союзных рес-

публик. И это лишь первые шаги на пути перехода к настоящему динамическому планированию, которое станет возможным в условиях функционирования ОГАС — общегосударственной автоматизированной системы.

Андрей Дмитриевич сел к дисплею, положил руки на клавиатуру: «Вы интересуетесь, какие задачи может решать наш комплекс. Конечно, я не помню на память множества всех позиций и подпрограмм, но это не беда — машина сейчас нам подскажет...»

Малов нажал несколько клавишей, и на телеэкране одна за другой стали возникать зеленоватые строки: «АС «Сигнал...» «Межотраслевая АСУ «Строительство»... «АСУ «Район»... «ППП». «Расчет пассажиропотоков в транспортной сети города», «СПР «Застройка»...

«Это оглавление той информации по АСУ «Москва», которая заложена в машину, — пояснил Малов. — С чем вы бы хотели ознакомиться подробнее в первую очередь?»

— Ну хотя бы с информацией по «Сигналу», — сказал я.

Еще несколько манипуляций на клавишах, и тотчас же затрепал расположенный по соседству с дисплеем буквопечатающий аппарат. Через несколько секунд я держал в руках лист бумаги с отпечатанным текстом.

«Автоматизированная система оперативного управления и контроля Мосгорисполкома (АС «Сигнал») предназначена для обеспечения действенного контроля за исполнением конкретных заданий, выдаваемых Моссоветом исполнителям — управлениям и отделам Мосгорисполкома и исполкомам районных Советов...»

Число таких заданий достигает 100 тыс. в год. Кроме того, в исполком Моссовета ежегодно обращаются с письменными заявлениями и жалобами 70—80 тыс. москвичей. И на них Моссовет тоже должен реагировать незамедлительно. Вот АС «Сигнал» всем этим и занимается. В подсистеме «Корреспонденция», например, контролируется исполнение решений по письмам граждан, обеспечивается учет всех писем и сроки исполнения данных по ним заданий.

Кроме того, «Сигнал» может составлять ежедневную сводку о состоянии важнейших показателей городского хозяйства, позволяет наладить оперативный учет использования топливно-энергетических ресурсов, контроль за исполнением сроков ввода в строй тех или иных строительных объектов, оперативный учет реализации продовольственных товаров в магазинах города и др.

Запросив еще несколько справок о деятельности АСУ «Москва», я также узнал, что комплекс способен оперативно ответить хозяйственникам на любой интересующий их вопрос. Например, планируется застройка нового городского района. Прежде чем начнется его планировка, прежде чем за работу примутся архитекторы, градостроители должны ответить на множество вопросов. Как удобнее всего и с наименьшими затратами проложить теплотрассы, канализацию, водопровод, телефонные и электросиловые кабели? Как проложить дороги, чтобы к любому зданию района можно было подъехать без особых хлопот и в то же время основные грузопотоки направлялись в обход жилых кварталов — меньше шума и воздух в наших квартирах будет чище?.. Как распределить жилую и производственную площадь нового района, чтобы жителям нашлось дело по душе здесь же? И т. д. и т. п.

На все эти и множество других вопросов АСУ «Москва» даст обстоятельные и точные ответы. С ее помощью специалисты ухитряются прогнозировать, а значит, и планировать далее такие, казалось бы, чисто случайные процессы, как приезд и отъезд гостей столицы.

**Д 70**      **Достижения современной техники (По материалам зарубежной печати): Сб. статей /Сост. С. Н. Зигуненко. — М.: Знание, 1985. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Техника»; № 9).**

11 к.

Основной раздел сборника, написанный по материалам зарубежной печати, посвящен проблемам компьютеризации.

Сборник предназначен для лекторов, слушателей и преподавателей народных университетов и всех, кто интересуется современным уровнем развития техники.

**0302030400**

**ББК 72  
001**

## **ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ**

(По материалам зарубежной печати)

Главный отраслевой редактор **Л. А. ЕРЛЫКИН**

Редактор **Г. И. ФЛИОРЕНТ**

Мл. редактор **И. Р. МЕРКИНА**

Обложка художника **Э. К. ИППОЛИТОВОЙ**

Худож. редактор **Т. С. ЕГОРОВА**

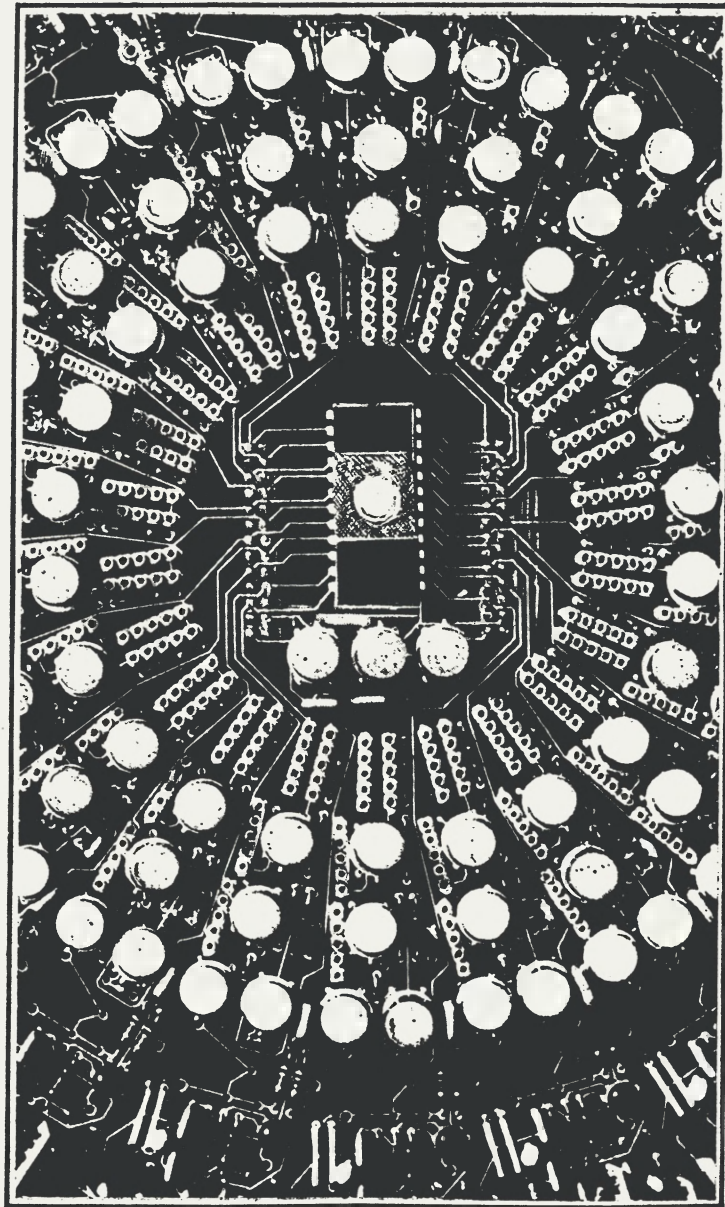
Техн. редактор **С. А. ПТИЦЫНА**

Корректор **В. И. ГУЛЯЕВА**

**ИБ № 7259**

Сдано в набор 08.07.85. Подписано к печати 16.08.85. Т. 14390. Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 3,59. Тираж 45 940 экз. Заказ 1596. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835. ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 854409.

Типография Всесоюзного общества «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.



СЕРИЯ  
**ТЕХНИКА**