

Ю. Чирков

ГОРИЗОНТЫ

ПОЗНАНИЯ



Ю. Чирков



**ТОГДА ПРИДЕТ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ДЖЕНТЛЬМЕН..**



ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ



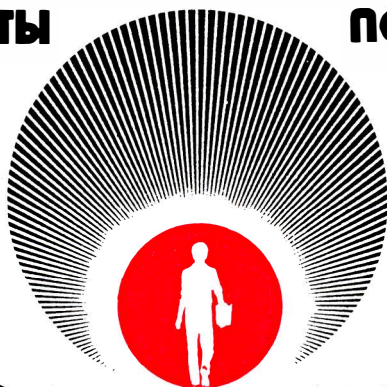
ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



**Ю. Чирков**



**ТОГДА ПРИДЕТ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ДЖЕНТЛЬМЕН...**

**Москва  
«Детская  
литература»**

**1990**



ББК 32.97  
Ч-65

«ГОРИЗОНТЫ ПОЗНАНИЯ»  
СЕРИЯ ОСНОВАНА В 1986 Г.

Мальчишкам и девочкам планеты,  
которым предстоит жить  
в окружении услужливых роботов  
имышленых компьютеров,  
посвящает эту книгу автор

Рецензент — доктор технических наук  
профессор Д. А. Поспелов

## ВВЕДЕНИЕ

Есть на земле великан.  
У него такие руки, что он без труда  
поднимает паровоз.  
У него такие ноги, что он может в день  
пробежать тысячи километров.  
У него такие крылья, что он может летать  
над облаками выше всех птиц...

М. ИЛЬИН, Е. СЕГАЛ.

«КАК ЧЕЛОВЕК СТАЛ ВЕЛИКАНОМ»

ЧЕЛОВЕК-ИСПОЛИН ходит по Земле. Он обхватил планету руками, дотянулся до гималайских вершин, коснулся дна океанских пучин, проник в огненные глубины земных недр. Завидные свершения: успокоиться бы, отдохнуть. Но нет, ЧЕЛОВЕК теперь рвется в космос. Он уже оставил следы своих подошв на пыльной поверхности Луны, снарядил экспедиции автоматов к Марсу и Венере и вскоре займется инвентаризацией звезд, хозяйским оком вглядываясь в туманные дали Млечного Пути...

ЧЕЛОВЕК-ВЕЛИКАН? Так ли это? А может, человек-пигмей? Кибернетики подсчитали: человек — это сложный механизм, состоящий из 200 простейших машин и  $10^{27}$  атомов. Он развивает во время движения мощность, равную всего 0,1 лошадиной силы. И если собрать всю физическую работу, которую человек может выполнить за 8 дневных часов, и сопоставить с электроэнергией, то стоимость человеческих усилий будет равняться... четырем копейкам! Велик человек (по размерам и делам своим) или мал — а есть ли тут противоречие? Чем масштабнее дела человечества, тем, естественно, ничтожнее должна казаться отдельная личность. Более ограниченной, недалекой, более уязвимой...

Но вот — внимание! — новое соображение. Не может ли слабость отдельных людей, их физическая и, главное, умственная нерасторопность обернуться тормозом общего прогресса? Стать палкой в колесах быстро-несущегося локомотива — ЦИВИЛИЗАЦИИ? Превратиться в путы, вяжущие ее могучие (из стали, композитов, пластмассы) члены? Сбивающие ей дыхание, нарушающие ее стремительную поступь? Вот что стоит обсудить на страницах этой книги. Что в книге будет еще? О чем она?

О яростной стремительности перемен, которые несет с собой научно-технический прогресс. О необычных следствиях этого (БУДУЩЕЕ, приближающееся слишком быстро, может превратиться в... ПРОШЕДШЕЕ! Не потеряет ли тогда Человек контроля над НАСТОЯЩИМ?).

О современном Человеке (он сперва ищет спасения в технике, а потом спасения от нее самой!), которого можно назвать «сидячим (люди стали больше размышлять, меньше двигаться) Гамлетом». Как и встарь, только он сам может решить вопрос: быть ему или не быть?

О неисчерпаемых ресурсах человеческого МОЗГА. О желании Человека пустить в дело все фантастические возможности этого созданного природой инструмента познания и предвидения.

О вундеркиндах-КОМПЬЮТЕРАХ, таких молодых, но уже дерзко заматывающихся на проблемы, которые еще вчера казались неразрешимыми.

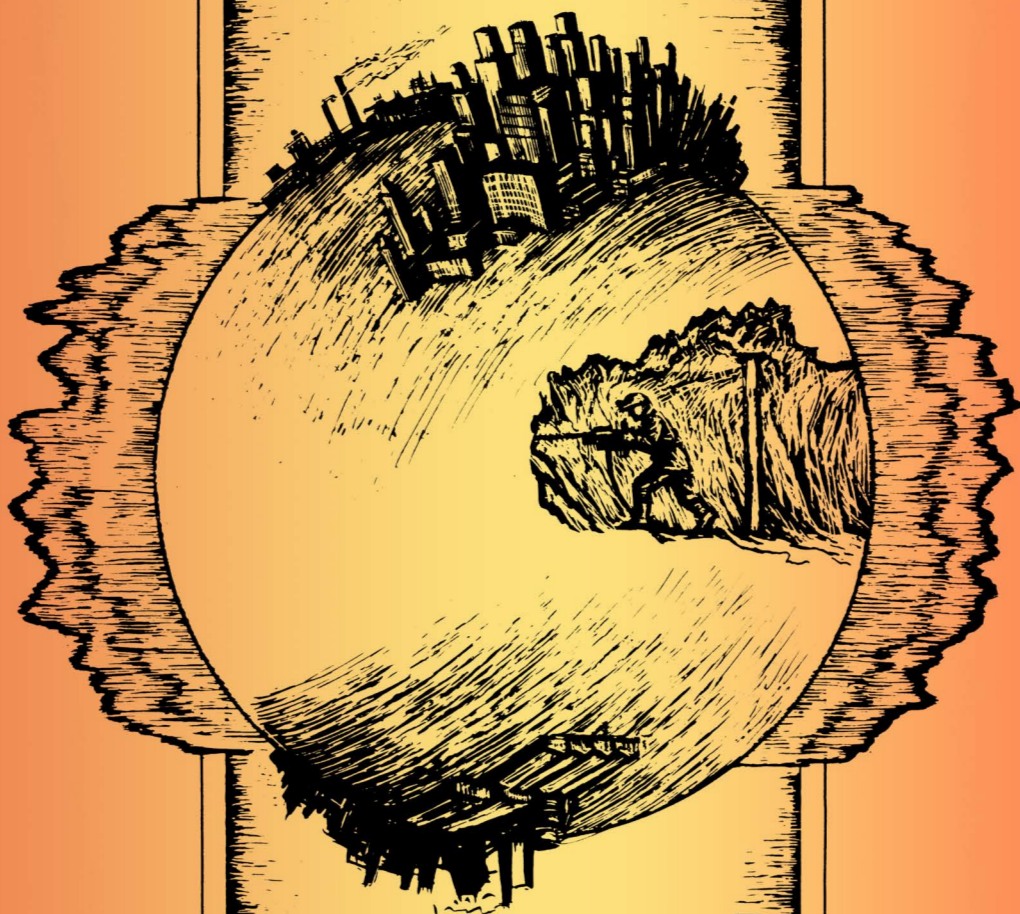
О неизбежности прихода в мир людей ЭЛЕКТРОННОГО ДЖЕНТЛЬМЕНА — их помощника, сотрудника, соратника, друга.

Итак, дорогой читатель, без долгих сборов, налегке отправимся в дальнее книжное странствование. В путь!..



# Глава

1



с эпохой  
НАПЕРЕГОНКИ

Скакал я по дороге,  
Хлыстом сшибал столбы.  
— Эй, ты коня загонишь! —  
Кричали из толпы.  
— Ну загоню так загоню,  
Конеч придет коню,  
Зато, пока он подо мной,  
Я ветер обгоню!

ПЕСЕНКА АМЕРИКАНСКИХ НЕГРОВ

Настал день, говорится в одном перуанском мифе, когда вещи и животные восстали против человека. Жернова, горшки, сковороды, собаки, куры взъярились и отказались нести свое тяжкое бремя. Жернова перемололи тех, кто их сотворил, горшки сварили своих бывших владельцев, куры зарезали своих хозяев, а сковороды изжарили их. Так было когда-то, утверждает эта легенда (ее содержание изображено на перуанских кувшинах, датированных IV веком новой эры), и то же повторится вновь в будущем.

Миф-пророчество. Предостережение. Угроза. Удивительно, но в наши дни эта фантазия неожиданно обретает силу почти что реального прогноза. Похоже, что созданные человеком предметы и орудия выходят из повиновения и собираются ополчиться против него же. Больше того — смять и извести всех людей, превратив их в жертвы благ цивилизации.

## ВТОРАЯ ПРИРОДА

*Через 100 лет мои внуки и правнучки будут играть среди искусственных деревьев и искусственных цветочков, играть в «искусственный футбол» (в этом случае я уже заранее выражаю им свое сожаление), а знания будут черпать не из книг, а при помощи усовершенствованных машин для внушения знаний.*

ГАБРИЭЛЛА КАРКАТИ. ИЗ ШКОЛЬНОГО СОЧИНЕНИЯ «МИР В 2085 ГОДУ»

Вся долгая история нашей планеты вкратце такова. Сначала была Природа, потом появился Человек и стал делать Вещи. И наплодил их в таком количестве, что они радикально изменили лик Земли.

Витамины, антибиотики, инсектициды, телевизоры, транзисторы, радарные установки, реактивные двигатели, атомные реакторы, ускорители элементарных частиц — чего только не напридумал человек! Повсюду он настроил дороги, возвел дамбы, вздыбил многомиллионные города, прорыл шахты, опутал землю плотной сетью воздушных путей.

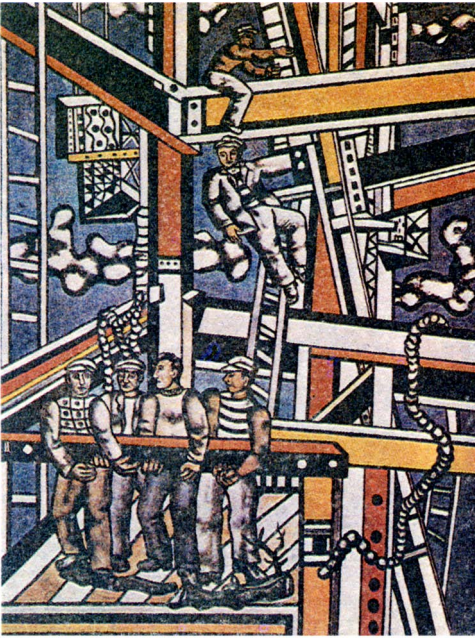
Вещи на планете множатся с удивительной быстротой. Считается, что примерно каждые 15 лет число их удваивается. И к старости (75 лет) человека окружает в  $2^{75/15} = 2^5 = 32$  раза больше вещей (всяческих товаров, предметов потребления, различных услуг), чем в тот момент, когда он только что появился на свет.

А ЧЕЛОВЕК-ВЛАСТЕЛИН все не унимается: он хочет предельно расширить границы своих владений. Осваивает пустыни, болота, вечную мерзлоту, горные хребты, задумал покорить и «белый космос» — Антарктиду. Тут его не останавливают ни морозы в 90 градусов, ни ураганные ветры (до 60 и выше метров в секунду), ни недостаток кислорода и связанная с ним гипоксия, ни враждебная стерильность среды (отсутствие в высоких широтах вирусов меняет течение болезней: замедляется заживление ран, сращивание костей, снижается и общая сопротивляемость организма).

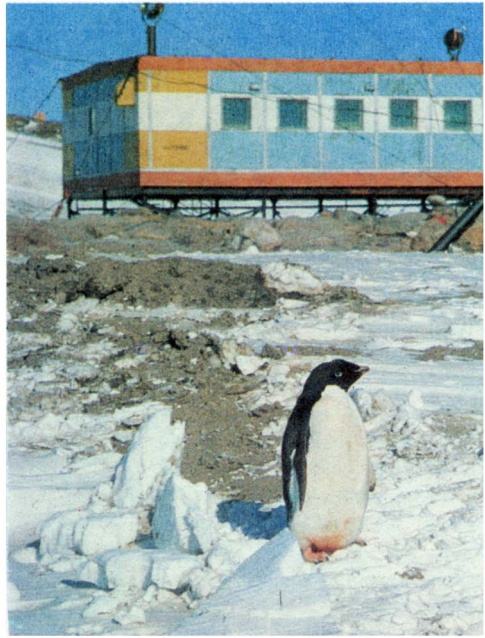
Но и этого всего человеку мало. И он, вышедший из мира «человеческих возможностей», где еще можно было вполне полагаться лишь на свою физическую силу и умственные способности, стремится возвести вокруг себя еще и мир конструкций, которые способны увеличить силы человека в миллион раз.

Только вот беда: этот новый, созданный техническим прогрессом «синтетический мир», эта «вторая природа» Земли, эта «новая экология», которую ученые и инже-





Картина французского художника Фернана Леже (1881—1955) «Строители» может служить и иллюстрацией того, как человек творит «вторую природу» Земли.



Человек начал осваивать и «белый космос» — Антарктиду, край пингвинов (антарктический метеорологический центр «Молодежный»).



Конвейер на рижском заводе «ВЭФ». Каждую минуту с конвейеров завода сходит 11 радиоприемников.

неры сооружают на наших глазах, не всегда оказываются в гармонии с естественной природой, с психическими и духовными потребностями самого ЧЕЛОВЕКА-ТВОРЦА.

Возьмем, к примеру, хотя бы конвейер. Поточное производство, когда процесс труда предельно упрощен, когда одни и те же операции неотступно повторяются изо дня в день, из недели в неделю, из месяца в месяц. Малоподвижная «функциональная» поза, внешне легкий, но на деле изнурительный труд...

Человек создал сложный (сложность, считают специалисты, становится проблемой века), во многом дисгармоничный, искусственный мир (уже слышны призывы беречь не только отдельных исчезающих животных, растения, но даже грозы!). Он не может не поражать нас парадоксами. Так, заселив земной шар «автомобильными стадами», люди могут вскоре совсем разучиться ходить. В США, где автомобилемания наиболее распространена, даже невинный променад по улицам городов (разве что с собакой!) начинает поневоле казаться подозрительным. В Лос-Анджелесе однажды полицией был задержан человек, просто прогуливающийся рядом со своим домом!

Замысловато сколоченный (сейчас, по выражению одного известного ученого, «проще слетать на Луну, чем заняться происходящим на соседней улице») из чугуна, бетона, пластика и других прежде невиданных материалов, во многом уже неуправляемый, мир нашей планеты становится все более бесчеловечным и угрожающим. (Все старания затормозить рост городов-гигантов ни к чему не приводят: ныне в Москве 9 миллионов жителей, в начале следующего века, к его первой четверти, число москвичей, полагают демографы, возрастет до 15 миллионов.)

Вот что об этом пишет академик Н. Н. Моисеев: «...научно-техниче-

ский прогресс, рост мощности цивилизации сулят не только блага. Силою, которую он дает людям, еще надо уметь пользоваться. Человек оказывается теперь в положении Гулливера, который вошел в хрустальную лавку лилипутов. Одно неосторожное движение — и все ее хрустальное великолепие превратится в гору битого стекла».

## ПРЕДЧУВСТВИЕ ПЕРЕМЕН

*Пробираясь по бесконечному лабиринту усыпанных черным шлаком железнодорожных путей, на которых стояло бесчисленное множество паровозов и вагонов, Юджин думал о том, какой благодатный материал для художника эти гигантские черные паровозы, выбрасывающие клубы дыма и пара в серый, насыщенный влагой воздух, это скопление двухцветных вагонов, мокрых от дождя и потому особенно красивых.*

Т. ДРАЙЗЕР. «ГЕНИЙ», 1915 ГОД

Эпоха научно-технической революции, или просто — эпоха НТР. Когда она началась? Ответить непросто. Точных временных зарубок нет. Одни авторитеты полагают, что все началось еще во времена Дон Кихота и трех мушкетеров, другие же связывают начальный толчок с концом прошлого века, со странным наблюдением французского физика Антуана Анри Беккереля (1852—1908); с фотопластинкой, засвеченной куском урановой руды.

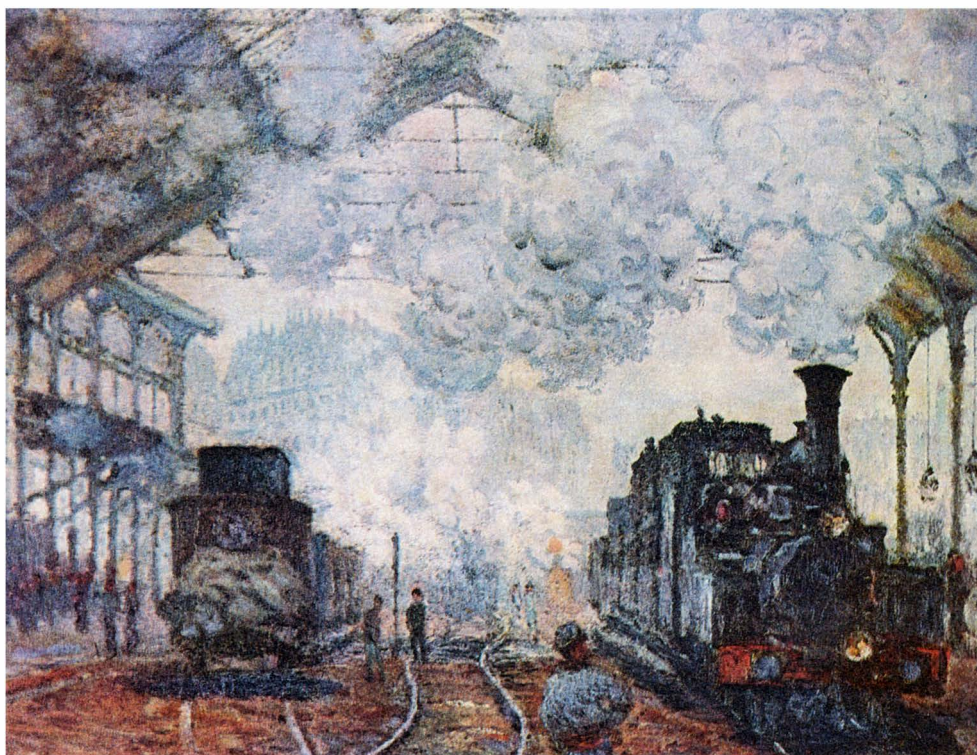
И все же, на наш взгляд, первыми уловили признаки новой поры люди искусства — поэты, писатели, музыканты, художники.

То — Лондон, о мечта! чугунный и железный,  
Где стонет яростно под молотом руда,  
Откуда корабли идут в свой путь

беззвездный —  
К случайностям морей, кто ведает куда!

Вокзалов едкий дым, где светится  
мерцаньем,  
Серебряным огнем, скорбь газовых рожков,  
Где чудища тоски режут по расписаньям  
Под беспощадный бой Вестминстерских  
часов...





Клод Моне. «Вокзал Сен-Лазар».

Такими суровыми, мрачными красками в сборнике «Города-спруты» еще в 1895 году, задолго до охватившей планету повальной урбанизации, описал столицу Англии бельгийский поэт Э. Верхарн (1855—1916).

Тема города, как символа новой эпохи, не раз возникала в те далекие годы и под пером прозаиков. К примеру, городской «пейзаж» изображен в романе австрийского писателя, классика немецкоязычной литературы XX века Роберта Музиля (1880—1942) «Человек без свойств». В нем дана запоминающаяся картина сверхамериканского города, где все спешат или стоят на месте с секундомером в руке. «Воздух и земля,— пишет Музиль,— образуют муравьиную постройку, пронизанную этажами транспортных магистралей. Надземные поезда, наземные поезда, подземные поезда,

люди, пересылаемые, как почта, по трубам, цепи автомобилей мчатся горизонтально, скоростные лифты вертикально перекачивают человеческую массу с одного уровня движения на другой...»

Музиль иронизирует, создает сатиру (или точный портрет?) грядущей жизни землян: «...едят на ходу, развлечения собраны в других частях города, и опять же в каких-то других стоят башни, где находишь жену, семью, граммофон и душу. Напряженность и расслабленность, деятельность и любовь точно разграничены во времени и распределены после основательной лабораторной проверки...»

Официально (большинством голосов: мнение социологов, историков науки и техники) считается, что эра НТР началась после окончания второй мировой войны, в 50-х годах нашего века. Когда три «взрыва»,

потрясшие XX век,— атомный, информационный и демографический (после были еще энергетический и экологический кризисы)— породили у людей новое мироощущение, заставили отчетливо осознать, как все-таки мал масштаб их родной планеты.

И достойно удивления, что долго до всех этих потрясений веяния перемен, флюиды новой, насыщенной технологическими грозами атмосферы уловили те, кто, казалось бы, был очень далек от науки и техники, кто создавал симфонии, романы, поэмы, кто на лоне сельских красот искал мотивы для новых полотен.

Великие открыватели новейшего искусства, французские импрессионисты проявили здесь поразительное чутье и зоркость. В 1875 году К. Моне (1840—1926) увлекся новой темой, проводя недели на парижском вокзале Сен-Лазар. Множество людей, клубы дыма и пара под стеклянным навесом, лоснящиеся тела локомотивов— все это привлекло художника. Этого еще никто не писал, и Моне чувствовал себя первооткрывателем совершенно нового мира.

Подобное увлечение не было случайностью. Другой основатель импрессионизма, Э. Мане (1832—1883), также настойчиво искал в жизни ростки нового. За год до смерти, уже будучи больным, он рассказывал, как однажды взобрался на паровоз, в будку машиниста и кочегара: «Эти два человека представляли замечательное зрелище. Эти люди— вот современные герои! Когда я выздоровею, я напишу картину на этот сюжет!..»

## ВЛАСТЕЛИН ЗЕМЛИ, РАБ МАШИН

*Уже люди не лежат под деревом, разглядывая небо в просвет между большим и вторым пальцем ноги, а творят; и нельзя быть голодным и рассеянным, если хочешь чего-то добиться, а надо*

*съесть бифштекс и пошевеливаться. Дело обстоит в точности так, словно старое бездельное человечество уснуло на муравейнике, а новое проснулось уже с зудом в руках и с тех пор вынуждено двигаться изо всех сил без возможности стряхнуть с себя это противное чувство животного прилежания.*

Р. МУЗИЛЬ. «ЧЕЛОВЕК БЕЗ СВОЙСТВ»

Интенсификация труда, напряженность повседневной жизни, всевозможные стрессы, загрязнение среды обитания— множество факторов нашей современности давят на человека, деформируют его и незаметно, и явно. В мире сверхпрочных машин, железок, способных выдержать любые нагрузки, приходится размышлять над тем, насколько же прочен сам человек. И это не праздное любопытство. Уже отчетливо обозначаются контуры новой науки— биоспромата. Она будет изучать сопротивление биологических материалов примерно так же, как это делают инженеры. Развитие техники, особенно авиационной и ракетной, работа человека с ней ставят массу вопросов. Скажем, насколько способен человек приноровиться к перегрузкам, невесомости, вибрациям? И ученые хотят точно знать, какова прочность кровеносных сосудов, выносливость человеческого сердца, крепость костей?

Уже установлено: «живая» кость приблизительно раз в пять прочнее железобетона как на сжатие, так и на растяжение. Сопротивляемость кости к разрыву выше, чем у дуба, и приближается к прочности чугуна... А сам человек в целом? Как велики его резервы физические и умственные? Что он может осилить, вынести в экстремальных, критических условиях, в которые его все чаще ставит мир ВЕЩЕЙ?

И эти вопросы обсуждаются. Отталкиваясь вначале от наблюдений над спортсменами, делает первые шаги антропомаксимология— наука о сверхвозможностях человека. Ее рекомендации (добро-





Электронные приборы способны мгновенно отметить изменения, происходящие в мозгу спортсмена, выполняющего те или иные движения. Такие тренажерно-исследовательские полигоны имеются в Москве во Всесоюзном научно-исследовательском институте физкультуры (ВНИИФК).

вольцев-одинок со скромными запасами воды и пищи уже испытывали в лесотундре, арктических

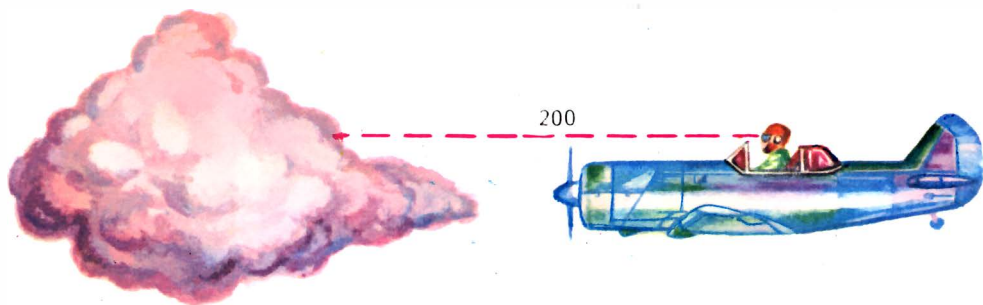
В 1984 году в пустыню Каракумы отправилась экспедиция Института медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР. По условиям эксперимента пить во время перехода было нельзя. Медики, изучавшие организм человека, вели всевозможные наблюдения.

льдах, в раскаленных песках пустыни, в открытом море. Задача была одна и та же: выжить!) будут полезны и для тех, кто вынужден вступать в нелегкое сотрудничество, а порой и соперничество с машинами.

Впрочем, о соперничестве говорить становится все труднее. Возьмем сверхзвуковую авиацию. Восприятие летчика отстает от скорости самолета: пилоту кажется, что предметы, которые он видит, рядом с ним, а на деле они находятся уже в сотнях метров позади. Так созданная человеком вторая природа начинает экзаменовывать творца.

Да, наша эпоха требует мужества и других сверхкачеств уже не только от героев, но и от рядовых граждан-тружеников. Так, автоматы,





*Самолет поравнялся с облаком. Пилоту же кажется, что облако еще впереди, метров за двести, и все потому, что скорость видения отстает от скорости самолета.*

безусловно облегчающие труд работника, незаметно превращают его в безынициативного, бездумного «нажимателя кнопок».

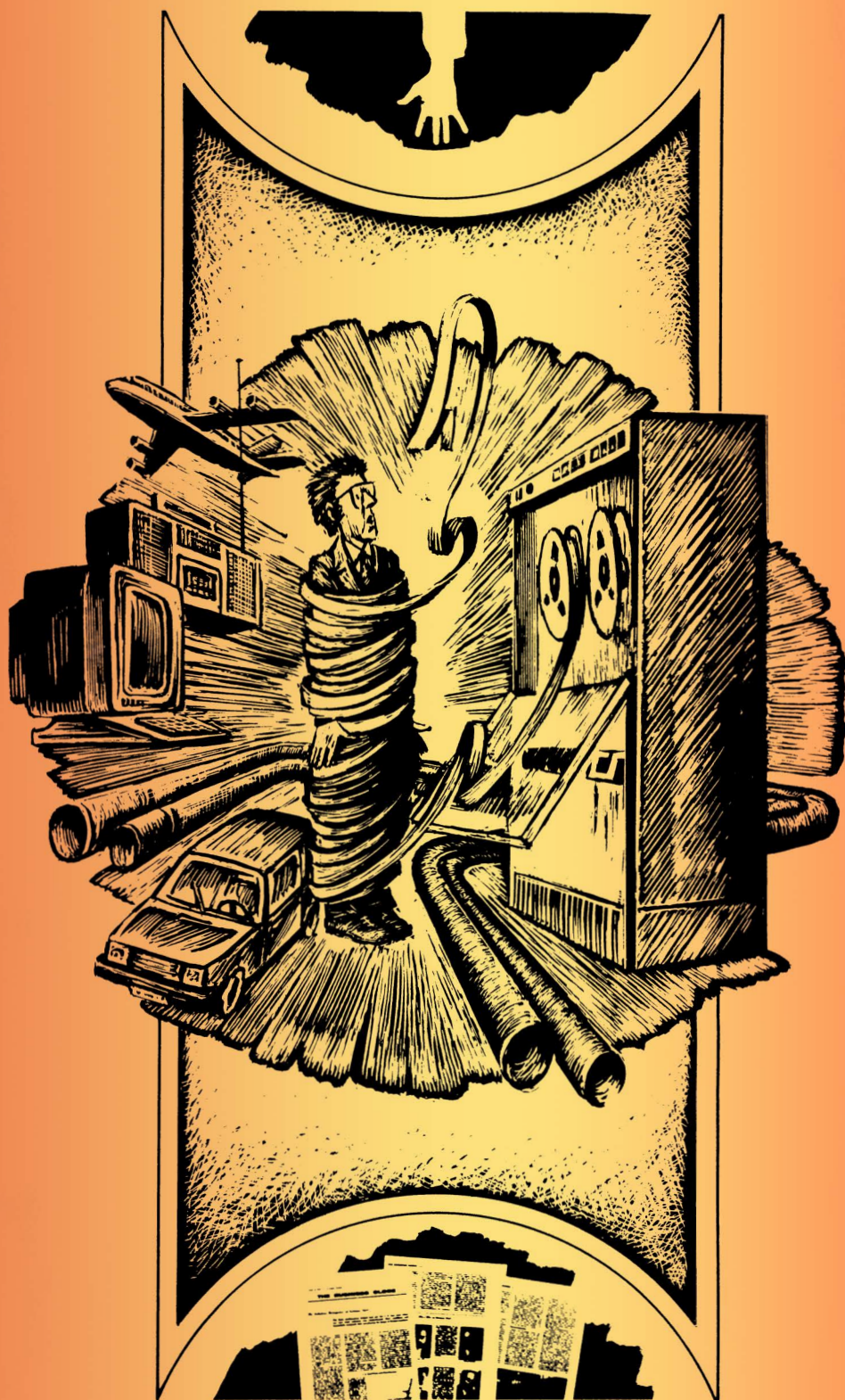
Конечно, конфликт между плодами НТР и истинными нуждами человека наиболее резок и болезнен в странах капитала. Там рабочий, за плечами которого незримо маячат предельно исполнительные, беспрекословные роботы, должен отдавать хозяину последние силы, уподобляться машине, фактически становясь ее рабом. Именно с Запада доносится анафема технике, НТР, достижениям науки. Оттуда слышатся предостережения, что искусственный мир вещей (вспомним перуанский миф!) растопчет человека. Вот одно из таких высказываний (русский эмигрант Н. Бердяев, 30-е годы нашего века): «Самая главная опасность состоит в том, что техника угрожает самому человеку. Сердце человека содрогается от холода металла. Человек создал организованное общество и широко использует технику для окончательного господства над природой. Но по чудовищному сцеплению обстоятельств человек становится снова рабом (прежде он был рабом природы! — Ю.Ч.) рабом того, что

сам сделал, рабом общества машин, в котором сам незаметно вырождается... Меня тревожат страшные видения: наступит время, когда машины станут настолько совершенными, что они будут действовать без какой-либо помощи человека, машины овладеют всей вселенной, автомобили и самолеты победят скорость, радио населит воздух музыкой умерших голосов; последние люди, став бесполезными, неспособными дышать и жить в этой технической среде, исчезнут, оставив после себя новую вселенную, созданную их разумом и их руками...»

## КОТОРЫЙ СЕРДЦЕ ЗАМЕНИЛ МОТОРОМ

Я вот  
хожу  
весел и высок.  
Прострелят,  
и конец —  
не вставишь  
висок.  
Не завидую  
ни Пушкину,  
ни Шекспиру Виллю.  
Завидую  
только  
блиндрованному  
автомобилю.  
В. Маяковский

Январь 1924 года. В третьем номере журнала «Красная нива» напечатано стихотворение В. Маяковского







*Жизнь очень напряженна. Человеческий мозг, как кувшин с водой, может наполняться только до пределов: иначе польется через край; и огромное счастье не иметь на столе блокнота, где записано: «рукописи в «Круг», позвонить курьеру», «в пять А. Б., приготовить книги», «два звонить Дикому», «предупредить Всеволода»...*

Многие тысячелетия эталоном быстроты для человека был бешено мчащийся конь. Поэтому изобретение колесницы не могло не тешить (скорости-то до 40 километров в час!) самолюбие наших предков. И еще очень долго не удавалось преодолеть этот природный скоростной барьер, вплоть до появления паровоза. Однако сейчас, когда космонавты облетают Землю со скоростью 30 тысяч километров в час, огромностью скоростей уже никого не удивишь. Достойно удивления другое: не физическая быстрота перемещения вещей и людей, а темп происходящих на планете перемен, темп, уже явно несоизмеримый с природой человека, с привычными для него мерками. Академик Н. Н. Моисеев: «В доброе старое время» отцы и дети жили, как правило, в очень похожих

Вначале быстрая смена научно-технических «ландшафтов» радовала человека, вселяла в него законную гордость за дела свои. С восхищением взирал он на происходившие вокруг бурные перемены, считая их свидетельством своего величия, символом своего могущества. В массы был брошен лозунг: «Наш бог — бег!» Энтузиазм был повсеместный. Однако затем человека, едва успевавшего поворачивать голову, чтобы рассмотреть пестрый калейдоскоп новинок, начали посещать сомнения. И вот уже изумление, оторопь и прямо-таки ужас овладели им.

На вечере в Политехническом музее (он был посвящен борьбе со стрессом), отвечая на записку из зала, член-корреспондент АМН К. Судаков признался: «Порой хочется воскликнуть: «Давайте остановим НТР и вернемся к спокойной, размеренной жизни!..»

Заморозить прогресс? Старая мысль! Отказаться от наращивания скоростей, возвратиться «к природе» предлагалось не раз, хоть это и чистой воды утопия. Ведь именно темп, все более высокая производительность помогают человеку преодолевать многие преграды и трудности. Только благодаря темпу люди освобождаются от многих забот, от тяжести труда, и для них открывается необъятный мир духовных ценностей.

Все так. Но это лишь единственная — светлая — сторона медали. И не случайно один из самых популярных социологов Запада американский публицист Олвин Тоффлер в мгновенно ставшей бестселлером книге «Столкновение с будущим» прямо объясняет явление, названное им «футуршоком». «В те короткие три десятилетия, что отделяют нас от двадцать первого века, — писал Тоффлер, — миллионы обычных психических вполне нормальных

людей придут в резкое столкновение с будущим. Многие и многие жители самых богатых и технически развитых стран мира обнаружат, что характерный для нашей эпохи нескончаемый поток перемен предъявляет к ним все более высокие требования, что им мучительно трудно угнаться за своим временем. Будущее наступит для них слишком рано...»

Неизвестно, сможет ли когда-нибудь человек каждое утро начинать совершенно новую жизнь, дойдет ли дело до таких крайностей. Пока же колоссальное ускорение темпа жизни не на шутку тревожит человека. По меткому замечанию Р. Музиля, «все большую власть приобретает чувство, будто ты проскочил мимо цели или попал не на ту линию. И в один прекрасный день возникает неистовая потребность: сойти, спрыгнуть! Но-стальгическое желание быть задержанным, не развиваться, застрять, вернуться к точке, лежащей перед не тем ответвлением!». Не потому ли одно время таким большим успехом у зрителей Нью-Йорка пользовалась музыкальная (пока ее называют комедией) постановка «Остановите мир — я хочу сойти!».

Да, серьезность положения осознают не только писатели и драматурги, но и психологи, физиологи, врачи (скоро, видно, заговорят и о «стрессе от быстроты перемен»), политики, социологи, философы и представители многих других человековедческих дисциплин. Вот одно из таких авторитетных высказываний (Г. Волков, из книги «Эра роботов или эра человека?»):

«Ход человеческой истории можно сравнить с железнодорожным составом, который большую часть своего многокилометрового, многовекового пути тащился подобно черепахе. На последних километрах он обрел скорость пешехода, затем — бегового скакуна, последние метры состав пролетал уже со скоростью гоночного авто-

мобиля, переходящей ныне в сверхзвуковую, а в недалекой перспективе — в космическую.

Чем грозит для человечества это бешеное ускорение ритма истории? Что ожидает стремительно летящий состав на его пути? Достаточно ли надежны быстро убегающие рельсы? Оборвутся ли они над пропастью тотальной атомной бойни или поведут к вершинам совершенства человеческой цивилизации?...»

## ДЕВАЛЬВАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА!

*...Если у тебя есть счетная линейка, а кто-то приходит с грожими словами или с великими чувствами, ты говоришь: минуточку, вычислил сначала пределы погрешности и вероятную стоимость всего этого!*

Р. МУЗИЛЬ

«Зачем нужен еще Аполлон Бельведерский, если у тебя перед глазами новые формы турбогенератора или игра суставов распределительного устройства паровой машины», — добавлял Р. Музиль. (В отличие от своих более знаменитых собратьев — Томаса Манна, Германа Гессе, — Музиль был не гуманитарием, а представителем точного знания; получив военно-техническое образование, он усердно занимался математикой, физикой, экспериментальной психологией.)

Мир техники и мир человека — в наши дни они вступили друг с другом в явное противоречие. Его смысл в том, что СУЩЕСТВУЕТ РЕЗКАЯ ДИСГАРМОНИЯ МЕЖДУ ДИНАМИЧНЫМ, СРЕМИТЕЛЬНО, БЕЗОСТАНОВОЧНО РАЗВИВАЮЩИМСЯ МИРОМ МАШИН И, НАПРОТИВ, ТЯГОТЕЮЩИМ К СТАБИЛЬНОСТИ МИРОМ ЛЮДЕЙ. Об этом, в частности, предупреждал на одном из общих собраний Академии наук СССР бывший тогда президентом академик А. П. Александров.

Мир живой природы — от инфузии до человека — ужасно кон-



*Защитный костюм для работающего в марте-новском цехе.*

сервативен, косен. Эти свойства заложены в наших генах. Обусловленные мутациями изменения конечно же имеют место, однако скорости перемен тут ничтожны: в тысячелетия по чайной ложечке!

Мозг первобытного человека, считают ученые, не столь уж отличается от мозга наших современников. Должно быть, некоторые отличия есть, но, скажем, скорость восприятия человеком речи вряд ли резко возросла. Оптимальное количество слов, которые мы можем «проглатывать» за секунду, — 2,5 слова. Наша словесная пропускная способность вряд ли возросла со времен шумеров и древних ассирийцев. Но посмотрите, как неузнаваемо — даже за последнее десятилетие! — изменился мир Вещей. Возможности, предлагаемые человеку наукой и техникой, безграничны, а сам он? Теперь мы все полнее осознаем, что знания, энергия, которые способен затрачивать при работе человек, не беспредельны. В сравнении с техникой лимиты здесь здесь скромны и вряд ли могут быть быстро увеличены. Человеческий фактор все громче заявляет о себе. Все чаще напряженные, «скоростные» условия современного труда ставят человека на грань его психических и физиологических способностей.

Получается как бы девальвация человека. В мире быстро совершенствующихся Вещей он сам как биологический вид, как гомо сапиенс представляется безнадежно устаревшим. Не только скорость его рефлексов, вся его психофизика, но и его поведение, суждения, мораль уже кажутся плетущимися где-то далеко позади, в хвосте у блестящего, несущегося во весь опор Поезда Техники. На фоне лавинообразного прогресса человек выглядит неубедительным и старомодным.

Наши эмоции, реакции на мир, наша мудрость (стал ли человек мудрее со времен Сократа?), наша способность приспособить нашу культуру, всю сумму взглядов о самом себе и о вселенной к новым требованиям дня — все теперь поставлено под сомнение (пессимисты полагают даже, что в перспективе интеллектуальные роботы будут водить за собой человека, как мы ныне тащим на поводке наших собачонок!). И сейчас, когда человек готовит себя и своих детей к миру, который как бы ускользает из его рук, естественно, необходимо задуматься: что же ждет нас в будущем.

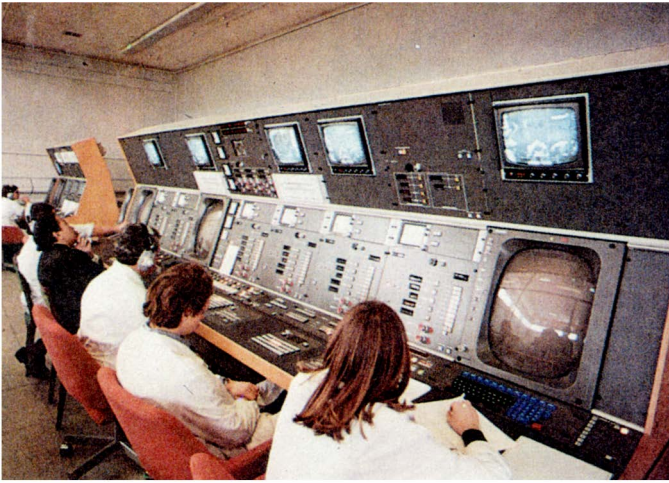
## О ГОМОИНЖЕНЕРИИ И НЕИСПОЛЬЗОВАННЫХ 99%

*Речь идет прежде всего о проектах радикальной перестройки природы человека, его мозга, психики, способной привести к возникновению «нового вида», к созданию «сверхчеловека», наделенного «сверхмозгом». Но необходима ли перестройка? Диктуется ли она реальными потребностями? Каковы ее возможные последствия?*

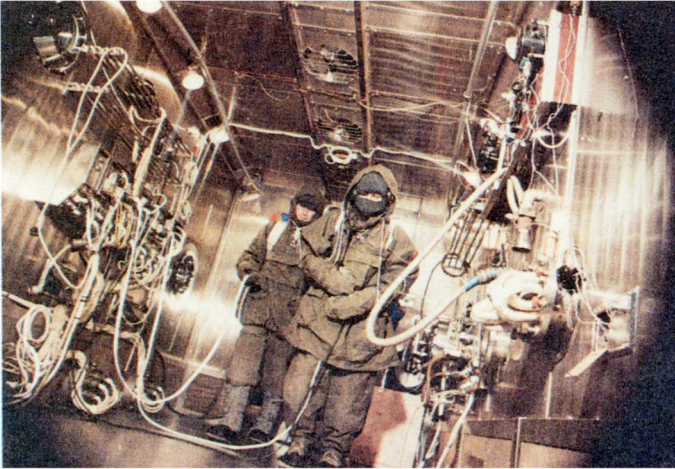
И. Т. ФРОЛОВ. АКАДЕМИК АН СССР

Золотой эры для разумного человека никогда не существовало. Драматические ситуации, подобные той, что возникла, когда кистеперые рыбы, эти родоначальницы всех четвероногих позвоночных, были





*В Институте биофизики  
Министерства  
здравоохранения СССР  
идет испытание  
«прочности» человека в  
термовлагодорожке  
(подготовка участников  
высокоширотной  
экспедиции:  
в камере имитируется  
температура минус  
40 градусов и сильный  
ветер).*



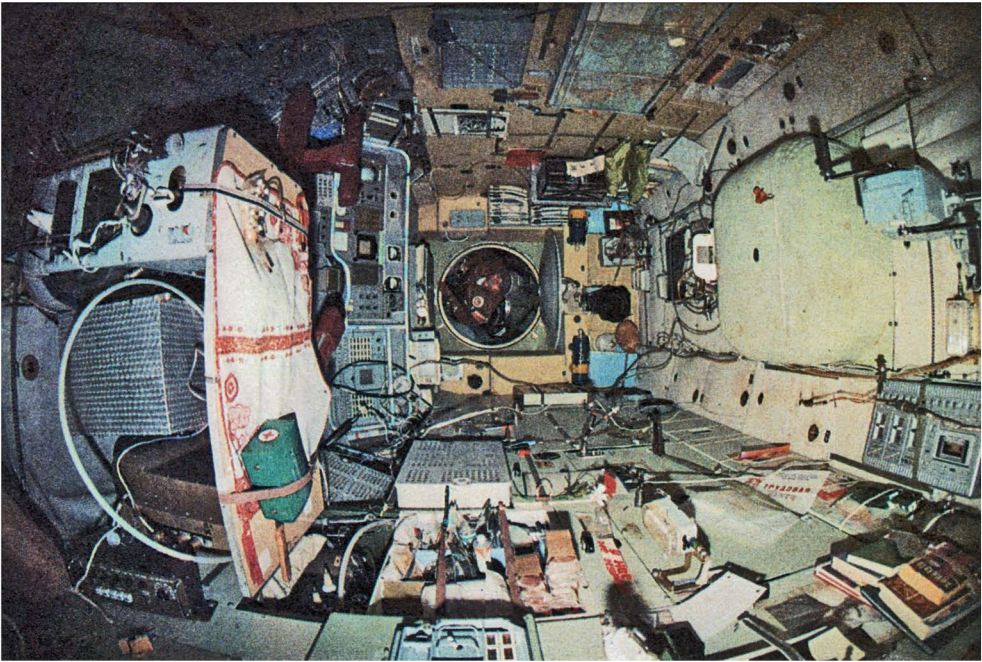
*...за подопытными  
следят медики и ученые.*

вынуждены покинуть водную стихию и либо погибнуть, либо утвердиться на суше (какими ужасными, должно быть, казались им голубизна неба, сочная зелень трав, как тосковали они по илистой луже, покрытой пленкой тины, знакомой и родной!),— события такого рода в долгой истории жизни на Земле случались уже неоднократно. Но представители живого менялись, приспособлялись (а иногда и нет) к новым условиям, и начинался новый виток эволюции.

И коль скоро все вокруг охвачено духом новизны, не лишены смысла призывы изменить природу

человека, сделать его столь же мобильным и податливым к трансформациям, как и его окружение. Этого, к примеру, требовал в своей книге «Человеческие качества» А. Печчи, президент Римского клуба, организации, которая уже не раз высказывалась по проблемам будущего человечества. На этом настаивал и уже упоминавшийся выше В. Маяковский. Этого хотят и многие другие.

А что? Может, действительно пришла пора для решительных действий? И надо попытаться сконструировать совершенно нового человека? Из «индустриального» пре-



*В космосе — на снимке кабина орбитальной научной станции «Салют-7», 1985 год — отсутствует сила тяжести, а потому там нет ни верха, ни низа, что, естественно, мешает деятельности космонавтов. В переходном люке виден летчик-космонавт Виктор Савиных.*

вратить его в человека «технологического»?

Что все это означает? Пока никто толком не знает. Толкуют о разном: о «гомоинженерии», о создании «суперлюдей», об «идеальном человеке». Рассуждают о «сверхчеловеке», который якобы сменил нас с вами.

Рынок суждений завален не только предложениями (многие из них явно фантастического свойства), но и конкретными методами для перекройки человеческого сырья: тут и генетика, и пересадка или регенерация органов, и нейрохирургические и нейрофармакологические приемы. Будут ли они пущены в ход, покажет время. Но прежде чем возьмутся за осуществление мер столь радикальных (академик П. К. Анохин предупреждал: «Если когда-то состоятся попытки сделать интеллектуальные способности продуктом химических и обучающих лабораторий, то вполне мо-

жет случиться так, что при последующем развитии науки с более высокого ее уровня мы увидим, что внесли в мозг человека необратимые изменения, которые, к несчастью, уже нельзя будет устранить»), стоит испытать еще одну возможность для человека приспособиться к быстро меняющимся условиям.



*Академик Н. П. Бехтерева (стоит у доски) и ее сотрудники на семинаре в Институте экспериментальной медицины АМН СССР, Ленинград.*

Речь тут идет об использовании всех естественных, данных нам от природы ресурсов человеческого мозга.

В 1972 году, открывая в Ленинграде международный симпозиум «Нейрофизиологические механизмы психической деятельности», академик Н. П. Бехтерева во вступительном слове коснулась важной проблемы. Современная социология, сказала она, обеспокоена тем, как человеческий мозг справится с обилием информации. Созданные умом гениев предпосылки к научно-технической революции, сама НТР, обеспеченная талантом и трудом миллионов, предъявили в свою очередь огромные требования к мозгу. Через глаза и уши, практически мало зависимо от желания человека, к нему поступает огромный поток сведений. Его мозг, хочет человек этого или нет, реагирует на этот поток. Существует ли реальная угроза того, что мозг может не справиться с этой сложностью?

С удовлетворением Бехтерева

отмечала, что «мозг человека меньше чем за два поколения оказался способным адаптироваться в практически совершенно новом мире. Катастрофа не произошла. Видимо, в мозгу есть механизм самосохранения, самозащиты. Или же имеются избыточные возможности справиться с новизной, со шквалом перемен».

Резервы мозга... О них сейчас толкуют многие.

«Могущество нашего мозга, его потенциальные возможности очень велики, до сих пор мало используются и, вероятно, даже не полностью разгаданы нами. Вероятно, 99% способностей человека растрачиваются попусту; даже сегодня люди, считающие себя культурными и образованными, работают всю жизнь, постигая на мгновение те могущественные, но глубоко скрытые возможности, которыми располагает их разум».

Этими словами американского ученого и фантаста А. Кларка мы и закончим первую главу.



# Глава

2



И НЕЙРОН  
С НЕЙРОНОМ  
ГОВОРIT

*После того как астрономы нанесут на карты жириады галактик с такой точностью, с какой мы этого пожелаем, мы все еще будем продолжать изучать наш неизмеримо более сложный мозг, который их сосчитал.*

Д. Р. ПЛАТТ

«Когда-нибудь наука найдет формулы окисления мозговой коры, измерит вольтаж, возникающий между извилинами мозга, и творческое состояние в виде кривых, графиков и химических формул будет изучаться студентами медицинского института» — так в 1925 году в романе «Гиперболоид инженера Гарина» писал А. Н. Толстой.

Мечта писателя пока не сбылась. Хотя успехи в изучении мозга громадны, принципы его работы во многом не ясны и теперь. По-прежнему полтора килограмма розовато-серого драгоценного вещества (тут заключена вся наша способность думать, любить, строить планы, сожалеть о прошлом — короче, все, что составляет наше сознание) предстают перед учеными загадочной страной, бросающей вызов нашей пытливости, нашему настойчивому и нескромному желанию дойти в познании до последних рубежей.

## ТРИ МОЗГА В ОДНОМ

Обычно первое знакомство с чужими странами мы начинаем, держа в руках географическую карту. «Карта» мозга отчетливо делится на два полушария, словно это земной шар. И тут исследователи наоткрывали немало Америк, тесня «белые пятна» неизведанного (на дошедших до нас византийских, арабских, средневековых картах узорные линии делили мозг — его кору — лишь на три части: в первой располагались фантазия и воображение, во второй — мысли, рассуждения, в третьей — память).

Первые исследователи мозга да-

вали бороздам и извилинам латинские названия, которые звучат сейчас довольно странно: «морской конек», «лира Давида», «турецкое седло», «борозда птичьей шпоры», «сильвиев водопровод», «воролиев мост». Остались на карте и следы имен первооткрывателей — Ролландова борозда, зона Лиссауэра, клетки Беца, ядро Бехтерева...

Колумбы мозга только намечали контуры разведанных «материков», прочному освоению новых земель мы обязаны многочисленным отрядам нейроанатомов и нейрофизиологов.

Мозг — это себялюбивый вампир: каждую минуту он поглощает примерно 0,7 литра крови. Что бы ни происходило в организме, мозг требует питания в первую очередь, ибо перерыв в снабжении кислородом или глюкозой хотя бы на одну минуту приводит к потере сознания. Через восемь минут наступает смерть.

По какой-то причине мозг нуждается в более интенсивном кровоснабжении во время сна, а не во время бодрствования. (Все больше находит поддержку предположение о том, что в психической активности мозга перерывов нет: этот орган трудится круглосуточно!)

Еще любопытная деталь: для мозга более естественны попеременно сменяющие друг друга трех-четырёхчасовые периоды сна и бодрствования, как у грудных детей. Однако человек постепенно научился тратить на сон не половину, а только треть своей жизни.

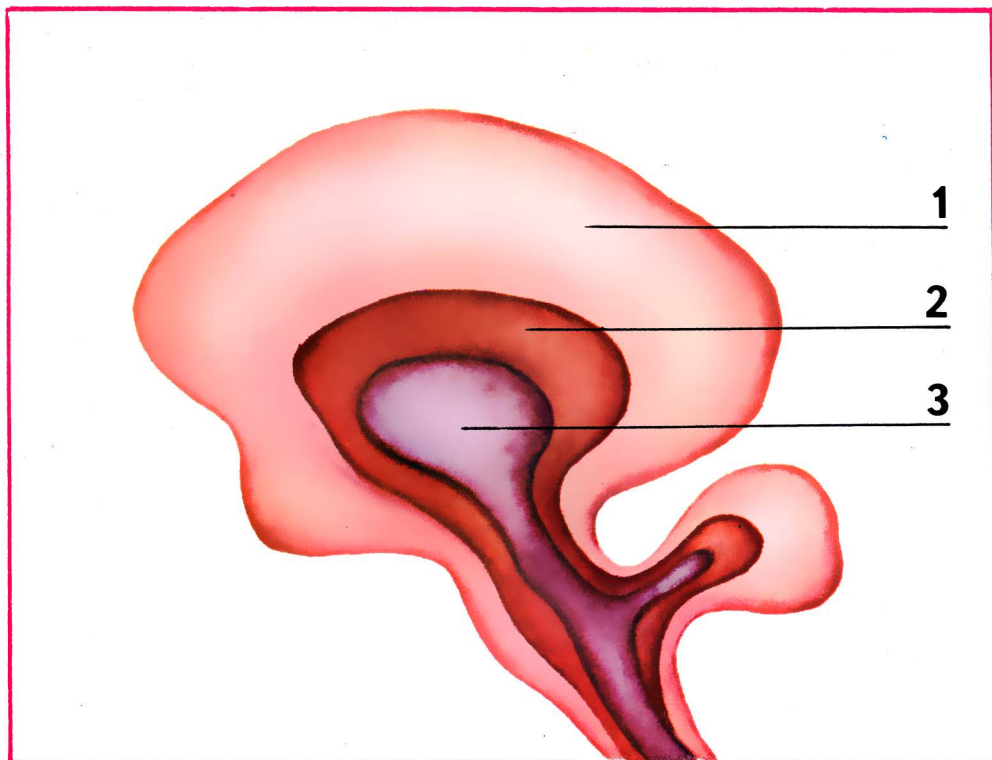
По форме головной мозг напоминает гриб. Его «ножка» — самая древняя часть — мозговой ствол (его называют также «мозг рептилий»). С ним связаны наши инстинкты, которыми обладали еще пресмыкающиеся — очень отдаленные предки человека.

Эта структура мозга управляет важнейшими рефлексам: глотания, кашля, здесь контролируется дыхание, ритм сердцебиения. Тут собра-



Карта мозга, заимствованная из средневековой книги Грегора Рейша «Margarita Philosophica», 1504 год. Считалось, что в передней полости расположено общее чувствилище, связанное нервами с органами чувств. Здесь же, полагали, пребывают фантазия и воображение. Средняя полость — средоточие мыслей и суждений; в задней полости обитает память.





Три «этажа» мозга человека: 1 — «мозг рептилий»; 2 — «старый мозг млекопитающих»; 3 — «шляпка гриба» — большой мозг.

ны простые, но твердые правила жизни, рассчитанные на незыблемое, прочное устройство окружающего мира.

Над «мозгом рептилий» расположен промежуточный мозг, известный также под названием «старый мозг млекопитающих». Это приобретение было сделано ранними млекопитающими, жившими около 150 миллионов лет назад. Здесь находятся центры обоняния, вкуса и эмоций. Эмоции — страх, заставляющий при малых шансах на победу спастись бегством, ярость, удешевляющая силы при борьбе в благоприятной ситуации, — были следующей (после инстинктов) важной ступенью в эволюции нервной системы животных, оружием, доставшимся в наследство человеку.

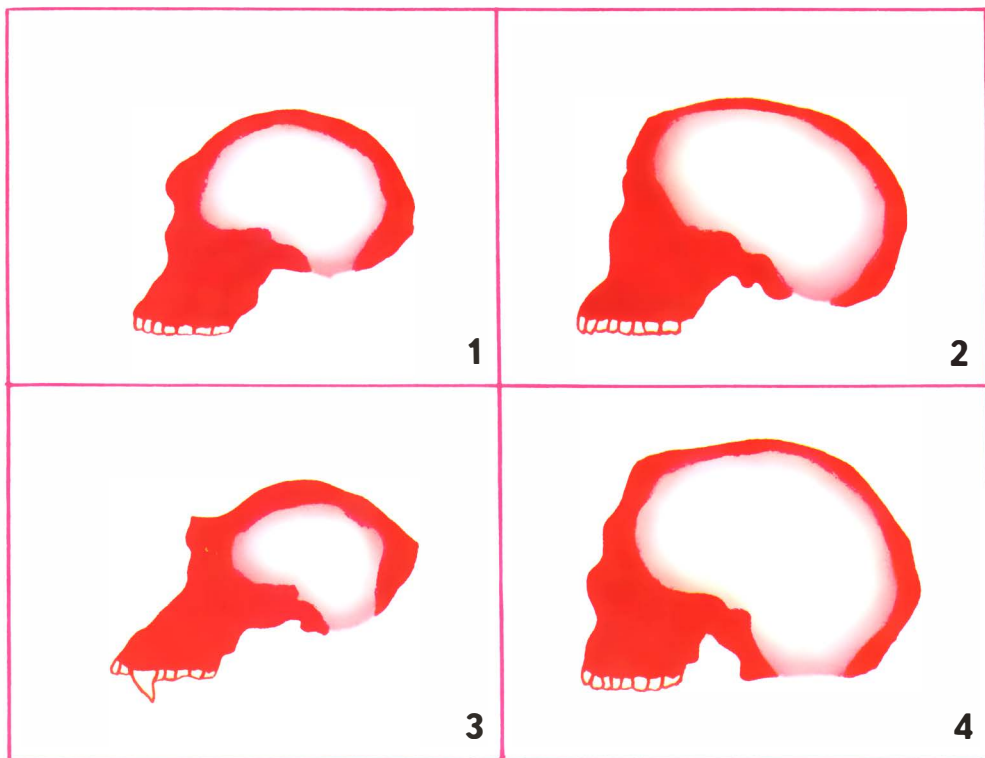
И наконец, третья («шляпка гриба»), самая молодая часть мозга

(появилась примерно 20 миллионов лет назад) — большой мозг. Средоточие наших способностей к речи и абстрактному мышлению.

Три мозга в одном! Огромное богатство, которым мы еще плохо владеем. Инстинкты, эмоции, мышление не всегда находятся в ладу друг с другом, плохо «стыкуются», вступают во взаимные противоречия. Не оттого ли интеллект, это высочайшее благо, человек подчас обращает себе во вред?

### «ФАТАЛЬНАЯ ПАРАБОЛА»

Тема мозга неисчерпаема. Так, оказывается, выражение «шевелить мозгами» имеет и тривиальный смысл. Японские нейрофизиологи, введя прямо в мозг тончайшие световоды, воочию увидели: нервные клетки действительно «шевелят»



Два миллиона лет эволюции черепа: 1 — австралопитек (жил 2 миллиона лет назад); 2 — неандерталец (жил 80 тысяч лет назад); 3 — человекообразная обезьяна, шимпанзе; 4 — современный человек.

ся» — совершают движение наподобие амёб. И чем напряженнее работа мысли человека, тем это движение живее...

В организме человека мозг является настоящим «государством в государстве». Биохимики полагают, что обмен веществ здесь раз в десять интенсивнее, чем в любой другой ткани. Мозг питается кровью особого состава, у него свои выделения и свои яды, и он может испытывать недостаток необходимых лишь ему веществ.

Размеры и сложность строения мозга делают человека одним из самых долговечных существ среди млекопитающих. Хотя мозг непрерывно и безвозвратно теряет нервные клетки, он обладает достаточными резервами. Дело в том, что среди прочих клеток нейроны являются настоящими долгожителями.

И если обращаться с ними умело, «жечь» с умом и максимальной пользой, то их хватит надолго.

Ученые полагают: «период полураспада» мозга превышает продолжительность «жизни» всего организма человека. Мозг — самая долгоживущая его часть. Если бы можно было обеспечить мозгу необходимое питание и доступ кислорода (то есть достаточный приток крови), он, видимо, работал бы безотказно сотни лет!

Именно мозг выделил человека из животного мира, и крайне интересен вопрос о темпах трансформации этого органа мышления.

В ходе эволюции от австралопитека до человека разумного головной мозг увеличился в три раза. Ни один из человеческих органов не увеличивался в объеме до такой степени.

Ну а что будет дальше?

Здесь мнения исследователей разделились. Одна их часть полагает, что эволюционный процесс для мозга вообще прекратился. Другая же верит: эдак через 500 тысяч лет появится человек, который будет так же отличаться от нас, как мы отличаемся от синантропа (примитивного человека, жившего на Земле примерно 600 тысяч лет назад).

Крайнего мнения в этом вопросе придерживается польский антрополог А. Верцинский. Он утверждает (статья «Фатальная параболa» появилась в польском журнале «Вокруг света»), что урбанизация, быстрый рост городского населения Земли должен в скором будущем резко (по параболе) изменить весь облик современного человека. Возникнет раса существ «марсианского вида» с огромной, куполообразной формы головой — раса гениев и безумцев.

Такие прогнозы не новы. Еще в начале века известный английский биолог Дж. Б. С. Холдейн (1892—1964) писал: «Он (гомо футурус) будет иметь более крупную голову, чем мы, его движения будут более ловкими, но не сильными. Он станет развиваться медленно, продолжая учиться до зрелого возраста, который будет наступать только в 40 лет; его жизнь удлинится на несколько столетий...»

Конечно, заглядывать далеко вперед — занятие рискованное. Проще анализировать события недавние. А они таковы: мозг человека, видимо, все же увеличивается. К такому заключению пришли английские нейрофизиологи. Они рассмотрели обширные статистические данные и доказали, что в период с 1860 по 1940 годы средний вес мозга у мужчин увеличился с 1372 до 1424 граммов, а у женщин — с 1242 до 1265 граммов. Все это говорит в пользу быстрой (в исторических масштабах) эволюции.

## ПО ТУ СТОРОНУ ГУГОЛА

400 — каждую секунду, 24 тысячи — каждую минуту, и так на протяжении 9 месяцев, пока зародыш созревает в теле матери. С такой громадной скоростью идет образование нервных клеток — нейронов — в голове будущего человечка. Так набегают то внушительное — 10 миллиардов нейронов — число, которое обуславливает все возможности нашего мозга.

Чацоба нервной ткани окрашена в два цвета: серый — скопления нейронов, и белый — ассоциации их отростков (аксонов и дендритов).

Слой серо-белого вещества, покрывающий (толщина — несколько миллиметров) полушария большого мозга, — это и есть та «сцена», на подмостках которой для каждого из нас разыгрывается пьеса «жизнь».

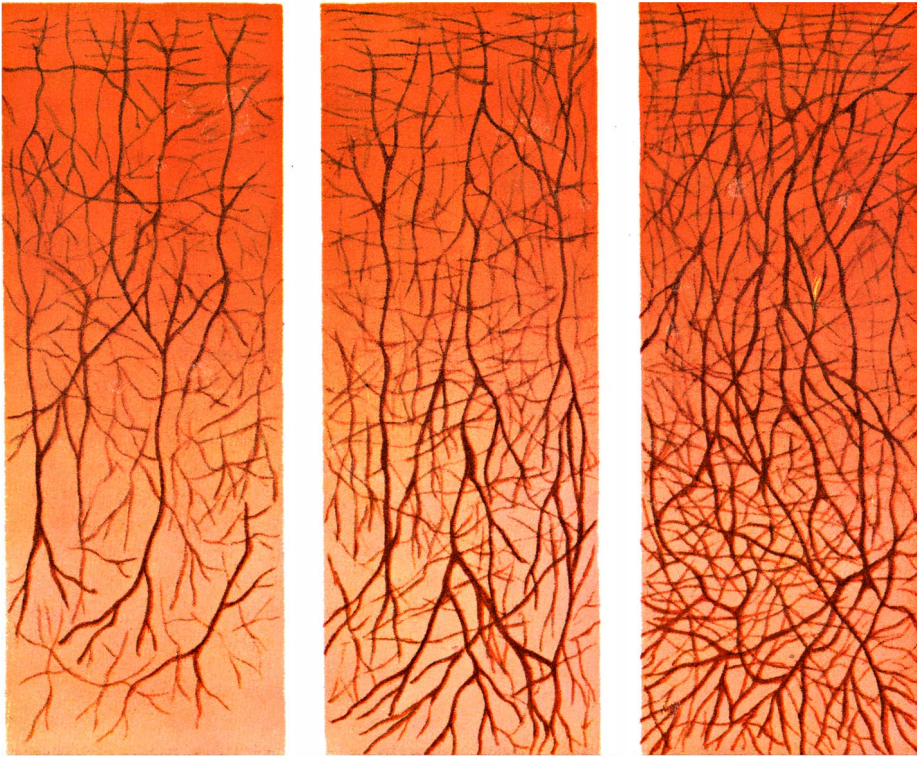
А еще можно говорить о нейронных «галактиках», о «звездных мирах» мозга, ибо количество нейронов практически столь же бесчисленно, как и число звезд на небе.

Но задумаемся: 10 миллиардов нейронов — это много или мало? Отчего именно это число способно вместить в себя весь окружающий нас мир?

Ну, 10 миллиардов, скажет математик, — это число маленькое. В шеренге настоящих арифметических великанов: триллион — 1 000 000 000 000, квадрантиллион — 1 000 000 000 000 000, квинтиллион — 1 000 000 000 000 000 000, секстиллион, септиллион, октиллион, нониллион, дециллион — миллиарды явно ступенькаются, кажутся пигмеями.

Детская забава — отвечать на вопрос: «А кто самый?..» Мы, взрослые, редко забавляемся подобными играми, однако сейчас для них самое время. Тем более, что даже серьезные математики, размышляя на подобную же тему, избрели самое, по их мнению, большое число:  $10^{100}$ , единица со ста нуля-





*Перед нами — нейронные «заросли», сети из связанных между собой нервных клеток. Мозг, как и сердце, непрерывно пульсирует, генерируя электрические сигналы. Запись электрических потенциалов мозга образует своеобразную «церебральную симфонию».*

ми. И даже придумали для него особое название — «гугол».

(Это число никак не называлось, пока один известный математик не спросил как-то у своего девятилетнего племянника, как бы его назвать. «Гугол», — ответил мальчик. Так это число и стало именоваться в математических книгах.)

Гугол — несомненно громадина. Но почему она самая-самая? Да потому что, как ни раскидывай, какую процедуру перебора предметов, мгновений (с момента затвердения Земли прошло всего  $10^{23}$  секунды) ни выдумывай, превзойти гугол невозможно. Скажем, по подсчетам физиков, количество элементарных частиц во всей нашей Вселенной не больше, чем  $10^{88}$ . То есть все равно много меньше гугола!

Что же, гугол — последний пре-

дел в мире чисел? Испещренный цифрами «потолок», до которого невозможно дотронуться рукой? Оказывается, нет. Мощи гугола бросают вызов сети... нейронов.

Табло из  $20 \times 20$  лампочек можно переключать  $2^{400}$  способами, что примерно соответствует числу  $10^{120}$  — величине, явно превосходящей гугол. И можно вообразить, какие числовые циклопы возникнут из сети говорящих «да» или «нет» 10 миллиардов нейронов нашего мозга!

Английский кибернетик У. Эшби в свое время предлагал такую классификацию чисел. Числа от 1 до  $10^{10}$  (число нейронов в голове) он назвал «практическими». От  $10^{10}$  до  $10^{100}$  (гугол) — «астрономическими». Все остальные Эшби относил к разряду чисел «комбинаторных».

Примеры комбинаторных чисел?  $10^{140}$  — число всех вариантов в шахматной партии, число, делающее нереальным отыскание общей «формулы» шахматной игры.  $10^{3000}$  — число состояний всех реле на скромных размеров телефонной станции, имеющей всего 10 тысяч переключателей...

Вот так, в рассуждениях о возможностях интеллекта, мы быстро оказались по ту сторону гугола. Убедились, что 10 миллиардов нейронов — это сказочно огромная величина, дающая каждому из нас неплохие шансы стать титаном мысли.

## ГАРМОНИЯ ДИВНЫХ УЗОРОВ

*После славных побед науки над мертвым жиром пришел черед разработки и живого жира, а в нем и венца земной природы — деятельности мозга. Задача на этом последнем пункте так невыразимо велика и сложна, что требуются все ресурсы мысли: абсолютная свобода, полная отрешенность шаблонов, какое только возможно разнообразие точек зрения и способов действия и т. д., чтобы обеспечить успех. Все работники мысли, с какой стороны они ни подходили к предмету, все увидят нечто на свою долю, а доли всех рано или поздно сложатся в разрешении величайшей задачи человеческой мысли.*

АКАДЕМИК И. П. ПАВЛОВ

Подобно снежинкам и человеческим лицам, в природе нет двух в точности одинаковых нейронов. Ибо этот крохотный (в диаметре тоньше волоса) «атом» мозга являет собой сложнейшую химическую фабрику. В теле нейрона (объем всего лишь 0,001 кубического миллиметра, вес — 0,00083 миллиграмма) содержатся сотни тысяч химических веществ и тысячи ферментов-катализаторов, обеспечивающих протекание множества биохимических реакций.

Еще факты из жизни нейрона. В нервной клетке имеется около 20 миллионов молекул рибонуклеиновой кислоты (сокращенно РНК).

Каждая, повинувшись генетическим инструкциям молекул наследственности — молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), — готова начать вырабатывать любой из 100 000 нужных клетке белков.

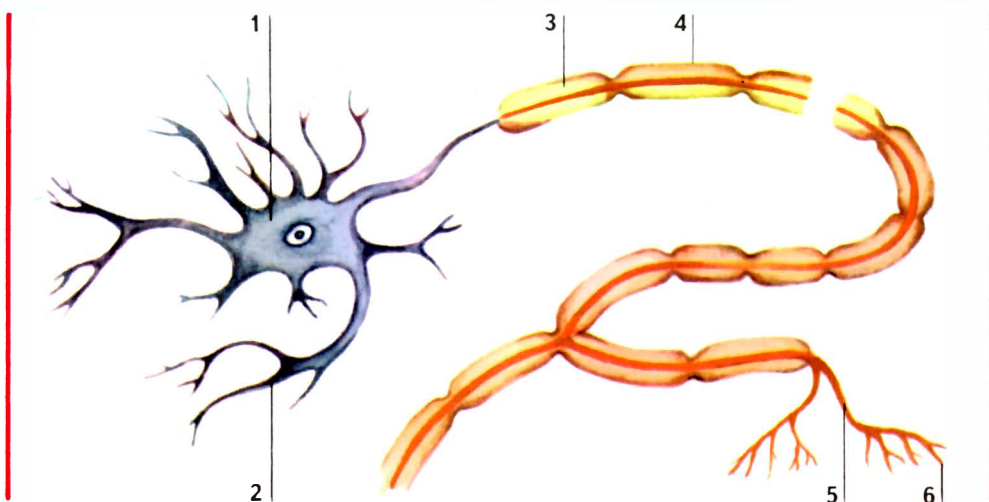
Несхожесть нейронов обусловлена не только богатством их внутреннего строения, но и запутанностью связей с другими клетками. Некоторые нейроны имеют до десятков тысяч таких контактов («синапсов», если по-научному, или «застежек» в буквальном переводе на русский). Так что в общем дружном хоре каждый нейрон может вести свою мелодию, отличную от других и высотой звука, и тембром.

Впрочем, нейроны мало похожи на хористов, они «переговариваются» друг с другом, подобно муравьям, с помощью различных химических кодов. Их основу составляют вещества, называемые медиаторами. Сейчас медиаторов известно около сорока, но число это может сильно возрасти.

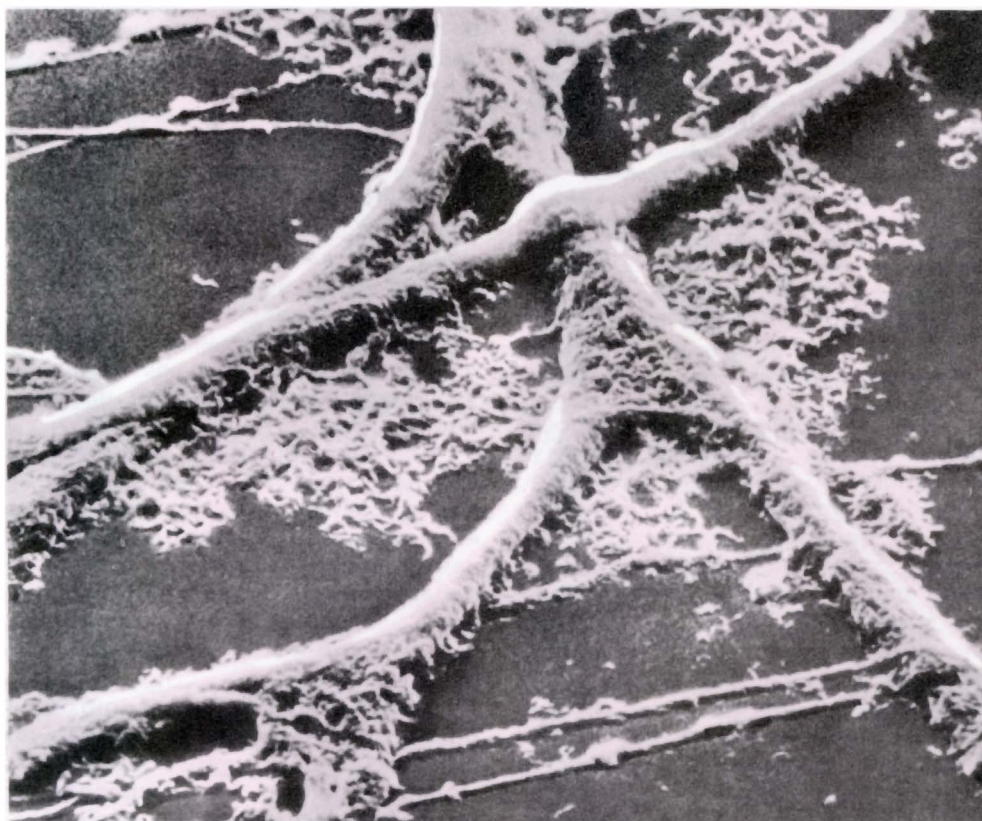
Комбинации химических приливов и отливов, идущих по проводящим путям мозга, несут не только информацию. Ученые полагают, что эти химические волны ответственные и за вечно меняющийся kaleidoscope эмоций, всего того, что мы условно называем настроением.

Нейрон способен говорить с другими нейронами не только на языке химии. Мозг является также небольшим генератором (суммарная мощность около 25 ватт), вырабатывающим электрические (точнее, электрохимической природы, как в карманной батарейке) импульсы.

Если бы можно было контролировать химическую и электрическую активность нейронов, то, возможно, удалось бы выправлять и различные психические расстройства. И это одна из причин, почему ученые разрабатывают все новые методы получения различных ха-

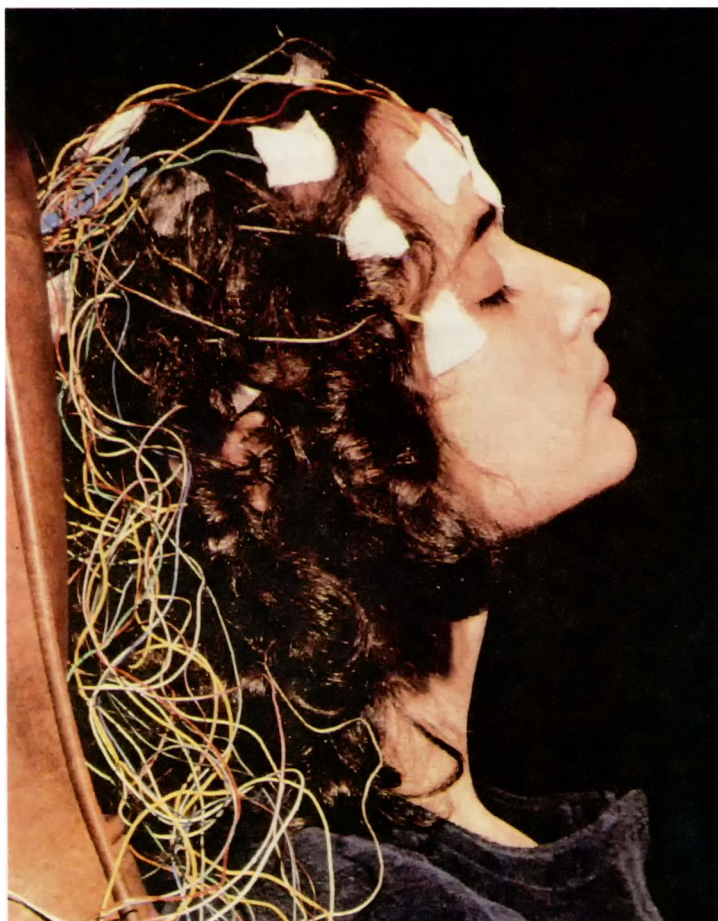


Строение нейрона: 1 — тело; 2 — дендриты; 3 — аксон; 4 — миелиновая оболочка; 5 — нервные окончания аксона; 6 — синаптическая бляшка.



Портрет нейрона — самой маленькой «шестеренки» мозга. Нейрон сфотографирован с помощью мощного сканирующего электронного микроскопа. На фото видны только дендриты, отходящие от тела нервной клетки отростки, воспринимающие «антенны» нейрона.





*Регистрация ЭЭГ (электроэнцефалограммы) мозга (из журнала «Америка»).*

рактеристик мозговой деятельности.

Сегодня мозг исследуют с помощью электронных микроскопов и меченых атомов. «Отпечатки пальцев мозга» можно получать с помощью электроэнцефалографии. Важное значение имеет и методика (ее в 1924 году предложил швейцарский ученый В. Гесс) вживления электродов в мозг на длительное время. Так действительно удастся услышать «голос» каждого отдельного нейрона.

А совсем недавно родилось еще одно направление исследований — термоэнцефалоскопия. В 1983 году впервые в мире советские ученые

получили тепловые карты живого, работающего мозга. Можно наблюдать, как меняется энергетика мозга, как в работу включаются те или иные его участки, по мере того как мозг решает разные задачи. Идет эксперимент, и на экране сменяют друг друга цветные изображения полушарий мозга — цвет отражает определенную степень разогретости различных зон, а значит, большую или меньшую их активность.

Прислушиваясь к «щебетанию» нейронов, прорываясь сквозь треск, щелканье, пицание, шипение их голосов, ломая голову над частотолом световых пиков, возникающих

на зеленоватых экранах осциллографов, продираясь сквозь эхо электрических разрядов, сотрясающих тельца нейронов, когда до них дотрагивается острое жало электрода, распутывая хитросплетения биотоков, ученые стараются уловить все своеобразие и неповторимость пульсирующих, трепещущих, подвластных еще непонятым, неоткрытым законам нейронных сетей.

И нейрон с нейроном говорит... Денно и ночью не смолкают, не прерываются эти беседы. Их ритмы, темп, характер подчинены жизненным задачам человека, особенностям его физического и духовного развития и состояния. Здесь-то и берут начало истоки, роднички того, что называется «сознанием».

«...Это подобно Млечному Пути, вышедшему в круг танцующего космоса. Мгновенно он почти весь превращается в сказочный станок, в котором миллионы светящихся челноков ткut мимолетный, всегда полный смысла, но всегда непостоянный узор, все время изменяющаяся гармония дивных узоров». Так поэтически писал о работе мозга английский физиолог Ч. Шеррингтон (1857—1952). Он представлял себе сознание «волшебным ткачом» и многие десятилетия пытался разгадать тайный смысл такого «ткачества».

Как действует мозг в целом? Как расшифровать язык нейронных сигналов? Как рождается мысль? Подобные вопросы были поставлены не вчера, и ответы на них вряд ли будут получены в ближайшее время.

## ОРКЕСТР БЕЗ ДИРИЖЕРА

Одно из своих последних выступлений (симпозиум по физиологическим механизмам сознания) Ч. Шеррингтон окончил такими словами: «Две тысячи лет назад Аристотель задавался вопросом: как же сознание прикрепляется к телу?

Мы все еще задаем тот же вопрос».

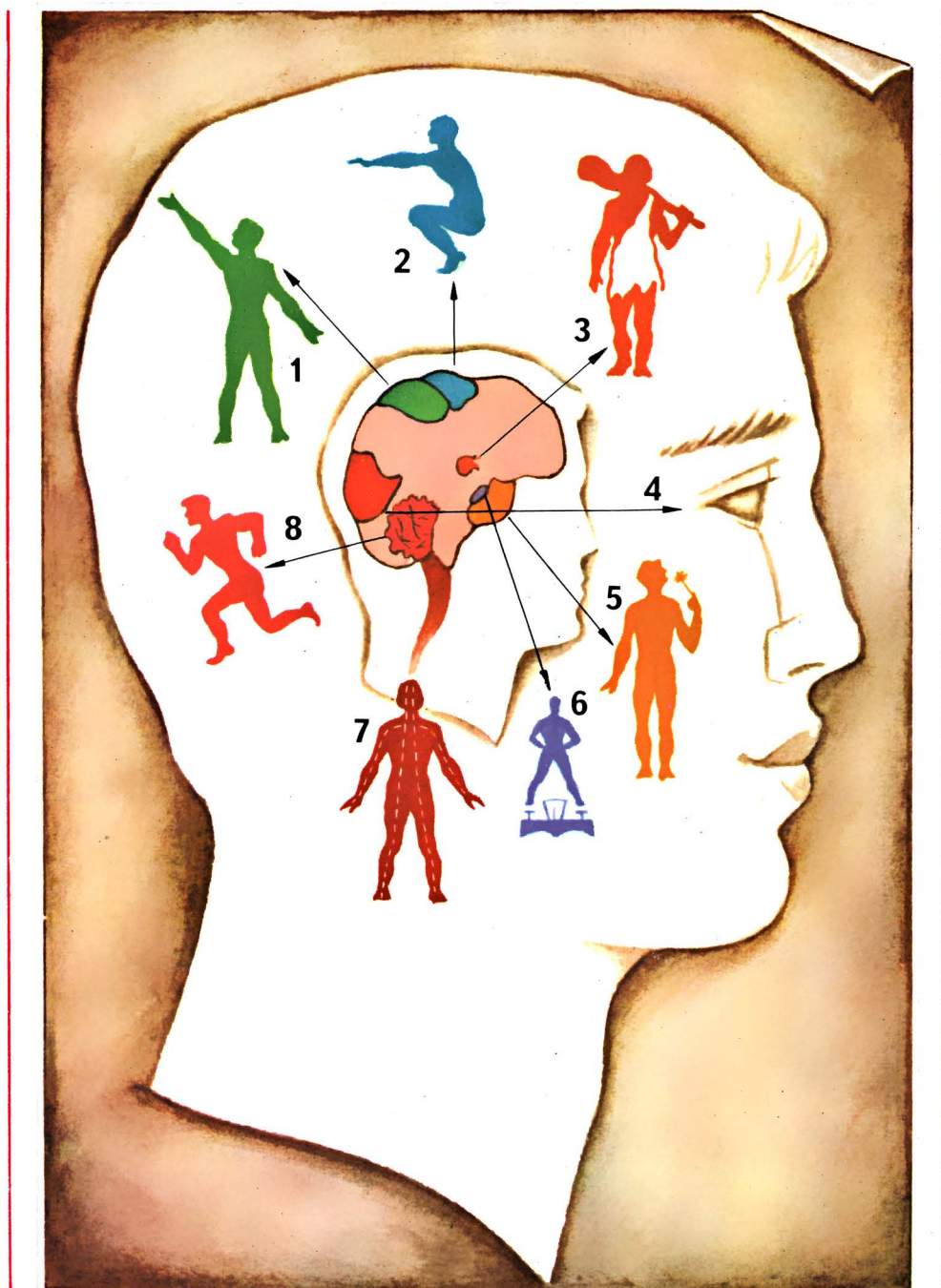
Да, непросто, даже уверенно шагая вверх по ступенькам длинной лестницы познания (нейрон — их ансамбли — нейронные сети — отделы мозга — целый мозг), за отдельными деревьями увидеть весь лес — осознать, как рождается человеческая мысль!

Характер возникающих здесь трудностей отмечали многие, в частности советский кибернетик Михаил Моисеевич Бонгард — автор программ по распознаванию образов, первый в нашей стране человек, построивший алгоритмы узнавания на основе процедур обучения на примерах.

Представьте, писал в книге «Проблема узнавания» Бонгард, что к нам пожаловали далеко обогнавшие нас в развитии инопланетяне. Они хотят разобраться в том, как действует (им совершенно неизвестный!) двигатель внутреннего сгорания. Пришельцы все анализируют на языке квантовой физики, язык этот изощрен, сверхточен, способен описать каждую молекулу в отдельности. И все же понять, отчего тахтит двигатель, инопланетянам никак не удается.

Что такое мышление? Как оно возникает? Как связано с особенностями отдельных людей? Такие вопросы давно стали предметом обсуждения великих умов. К примеру, немецкий философ и математик Г. Лейбниц (1646—1716) описывал сознание как последовательность вспышек или отблесков молнии. Но попытки измерить мысль, «взвесить» ее, оценить числом — все это пришло лишь недавно, когда точные науки достаточно окрепли и привели немало доказательств своей силы.

В прошлом веке немецкий исследователь Вагнер пытался познать мозг умерших ученых, полагая, что они гораздо умнее прочих граждан и что это сразу же станет заметно по устройству их мозга. Увы, никаких особых извилин он не



Условно представленная топография головного мозга и его функции: 1 — соматическая чувствительность; 2 — произвольные движения; 3 — первичные эмоции; 4 — зрение; 5 — обоняние; 6 — гормональное равновесие; 7 — передача входных и выходных сигналов; 8 — поддержание равновесия.



обнаружил, все было вроде бы как и у всех.

Может быть, все дело в весе мозга? Опять же нет! Известно, что мозг И. Тургенева весил примерно два килограмма, а у А. Франса — лишь один. Ну и что? Оба были великолепными писателями, оба стали классиками литературы. И спрашивается, как быть с тем безвестным сумасшедшим, мозг которого значительно превосходил мозг Байрона? (Кстати, очень вероятно, что мозг неандертальца был тяжелее мозга современного человека.)

Отметим оригинальное определение ума, которое в одном из своих писем — публикации писателя Д. Гранина — дал профессор А. А. Любищев. «Идиот, — писал он, — не подобен автомобилю, у которого не хватает какой-либо важной части, а такому, у которого все гайки завинчены так крепко, что автомобиль двигаться не может».

Спотыкаться даже на простейших рассуждениях о работе мозга, согласимся, — обидно. Психолог, как заметил один ученый, должен завидовать учителю физкультуры: тот точно знает, какие мускулы надо развивать. Психолог же только руками разводит, коль речь заходит о формировании (умственная мускулатура!) ума человека.

И это в наше-то время, время повальной интеллектуализации. Когда все одержимы манией стать образованнее, умнее! Когда в умственную деятельность втягиваются миллионы, когда ум ценится выше физического совершенства, когда маленькие академические городки соперничают по популярности с мировыми столицами. И вот в такое-то время в массовой практике нет ничего, кроме общих рассуждений о разумном чередовании умственного труда и отдыха, кроме каких-то обрывков умственной гигиены.

«Наша способность к самообману по поводу работы собственного мозга почти безгранична, — пишет

лауреат Нобелевской премии Ф. Крик, — главным образом потому, что часть, о которой мы можем сообщить, составляет лишь ничтожную долю того, что происходит у нас в голове».

В статье «Мысли о мозге» Крик ставит проблему «гомункулуса» — существа, которое должно было бы находиться где-то в человеческой голове и управлять ее работой.

Гомункулус? А может, мозг — это оркестр без дирижера?.. Да, мозг для человека (мозг, познающий мозг!) оказался крепким орешком. И поневоле хочется согласиться с Шеррингтоном. Он считал, что мозг — это последняя из тайн природы, которая когда-либо откроется человеку.

## СЕЙФ С СОКРОВИЩАМИ

*В молодости, входя в студию для упражнений, я всегда запираю за собою дверь. Рядом с ногами я клал какой-нибудь занимательный роман. Затем с левой стороны инструмента ставил коробку вишен, а справа — шоколад. Играв левой рукой, я брал вишни правой и не переставал при этом читать книгу.*

ПИАНИСТ А. РУБИНШТЕЙН. «ДНИ МОЕЙ ЮНОСТИ»

...После тщательного анализа всех данных, приведения их в систему, которую можно легко обозреть мысленным оком, я выходил из дома в тот час, когда солнце склоняется к закату, и начинал медленный подъем на лесную вершину. Во время такой прогулки и приходило решение проблемы, которую я ставил перед собой. Примерно в таких выражениях знаменитый немецкий физик и физиолог Г. Гельмгольц (1821—1894) рассказывал о некоторых приемах, которые помогали ему делать открытия.

Сможет ли когда-нибудь рядовой — не гений! — исследователь столь же легко распоряжаться своими умственными ресурсами, подчинять их своей воле, умению? Трудно сказать. Но то, что наши мозговые резервы очень велики, что человек

редко использует весь свой интеллектуальный запас, всю мощь своего ума — с этим вряд ли можно спорить.

У выдающегося бактериолога Л. Пастера (1822—1895) в 46-летнем возрасте произошло кровоизлияние в мозг: все правое полушарие было разрушено. Однако ученый прожил еще 27 лет, плодотворно трудился в науке и сделал свое главное открытие — предложил прививку против бешенства.

Свидетельством огромных возможностей человеческого мозга является деятельность корифеев мысли. В. И. Ленин завещал потомкам 55 томов «великого и грозного оружия». Все написанное Львом Толстым занимает 90 томов, а ведь он прожил хлопотливую жизнь: воевал под Севастополем, учил детей в Яснополянской школе...

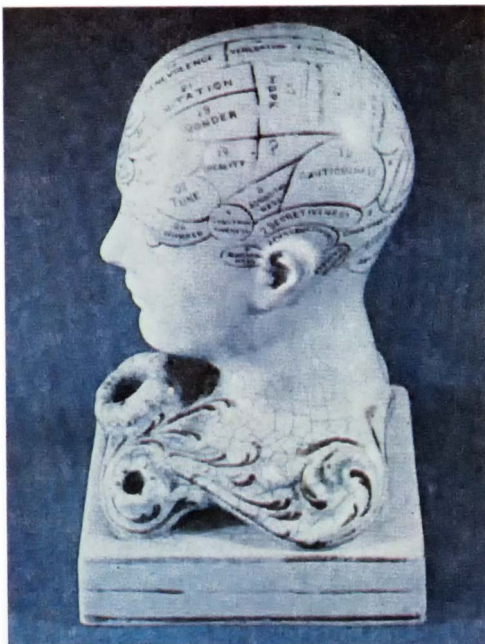
Неожиданные стороны интеллекта демонстрируют чудо-счетчики, выступающие на эстрадах с «математическими концертами». Порой они даже бросают вызов ЭВМ, хотя быстроедействие машины в миллионы раз живее человеческого. И все же мозг человека оказывается проворнее! Француз М. Дагбер, к примеру, вызвался решить десять задач (дело было в 1963 году) прежде, чем машина справится с семью из них. И началось бешеное извлечение кубических корней из чисел вроде 48 627 125, возведение чисел в степени ( $99^7 \dots$ ). Дагбер (состязание показывали по телевидению) справился с заданием спустя 1 минуту 35 секунд, ЭВМ завершила (решив лишь 7 задач из 10!) только через 5 минут 18 секунд.

Безграничными кажутся и кладовые человеческой памяти. Изучить иностранный язык за неделю? Усваивать (без всякого гипноза, в нормальном состоянии бодрствования) за урок не десяток, а тысячу слов? Даже такие темпы нам по плечу. Так был разрушен миф, будто учеба — это непременно тяжкий

труд, требующий усидчивости и, прежде всего, большого времени. Так было доказано, что можно сделать потребность к учебе естественной, такой же органичной, как желание есть и пить.

Надо лишь уметь включить неосознаваемый информационный поток. Убрать все барьеры. Логико-критический, заставляющий нас «ощупывать» каждое слово, обсуждать его, подвергать осмыслению. Барьер сознательно-критический: сопротивление всякому внушению со стороны. Барьер недоверия к новому миру, где человек хочет освоиться...

А что делать конкретно? Если



*В начале XIX века пышно распустилось лжеучение — френология. Тогда верили, что каждой психической способности человека соответствует, как показано на этой скульптуре, строго определенная зона (френологическая «шишка») мозга.*

говорить об изучении иностранного языка, надо погрузить человека в «языковую барокамеру», вырвать ненадолго из привычной среды (семья, служба) и окунуть в океан

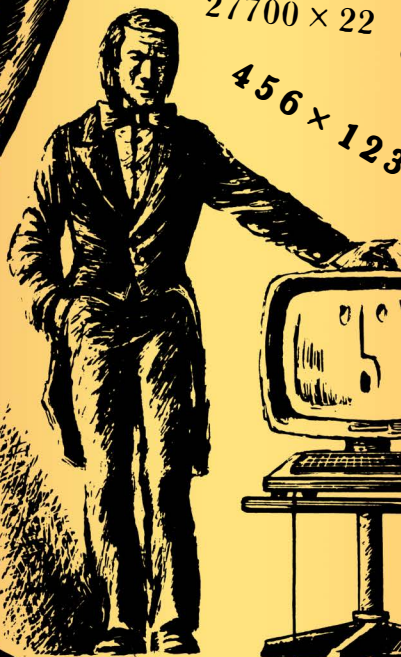
do you speak English?

$$\sqrt[3]{48627125}$$

$$27700 \times 22 \quad ?$$

$$456 \times 123 \quad ?$$

$$99^7$$



yes

I do



слов, идиом, оборотов речи чужого языка. И учить, пользуясь новыми методами и средствами, которыми испокон веков владеет искусство. «Гармония форм и красок, язык музыки, рифма, ритм захватывают и овладевают человеком намного более коротким путем, чем логика фактов и доводов, и доходят не только до сердца, но и до ума человека», — писал болгарский ученый Г. Лозанов, один из пропагандистов новых приемов обучения.

Интеллектуальные ресурсы мозга громадны. Мы лишь начинаем догадываться о том, что каждый из нас богат, владеющий сокровищами и не подозревающий о них. Мы словно бы потеряли ключ от сейфа, где хранятся настоящие золото и драгоценности, и не знаем (пока нам в этом никто помочь не может), как проникнуть в этот сейф, какая комбинация цифр откроет его двери.

### «ИСКАТЬ СЕБЯ... В СЕБЕ»

В Баку, в Азербайджанском общественном институте изобретательского творчества действует «курс развития творческого воображения». Изобретатели (уже состоявшиеся и желающие стать таковыми) учатся управлять своей фантазией. До сих пор этим умением владела лишь узкая группа писателей-фантастов.

Этот и многие другие факты свидетельствуют: возможно, в будущем (не очень отдаленном) различные виды «интеллектуальной гимнастики» будут осваивать миллионы, все, кто пожелает повысить продуктивность своей умственной деятельности. В это веришь еще больше после знакомства с биографией артиста оригинального жанра (живет в Кишиневе) Альберта Игнатенко.

Вот он на эстраде. В действии. Безошибочно диктует только что

услышанный ряд в 100 и более чисел... А теперь демонстрирует силу своей зрительной памяти: несколько секунд внимательно посмотрев на квадрат, ячейки которого заполнены 25 числами, он затем легко называет ряды чисел — по горизонтали, вертикали, диагонали...

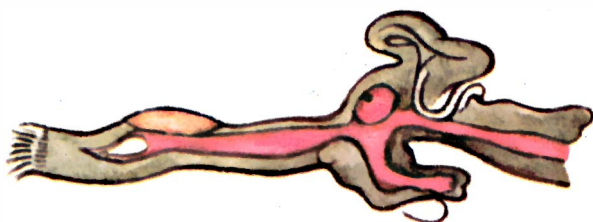
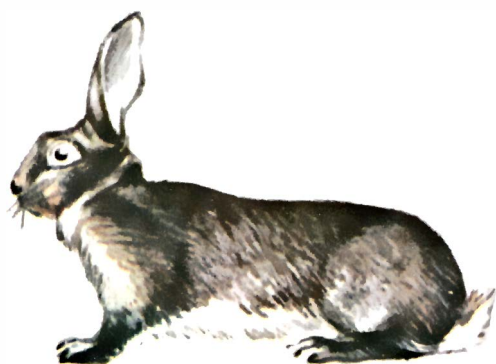
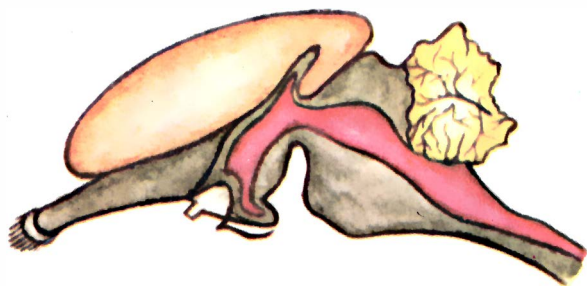
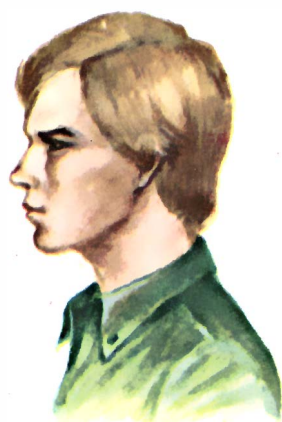
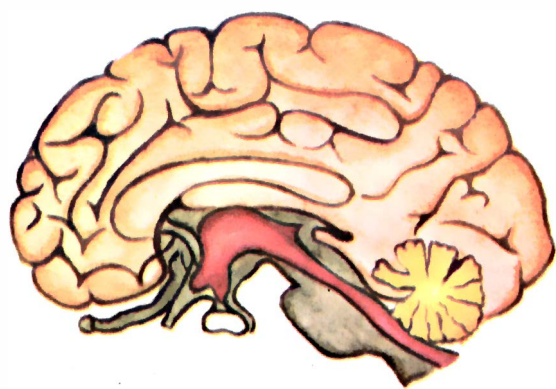
Редчайшая способность? Так сказать, дар божий? А вот и нет. В беседе с корреспондентом газеты «Социалистическая индустрия» артист поделился фактами своей жизни. Он никогда не был вундеркиндом, обычный школьник, учился в профтехучилище в Одессе, затем работал слесарем. Но как-то побывал на концерте, где его, как говорится, наповал сразил номер: выступающий на память «читал» заполненный зрителями квадрат из 16 чисел.

Тут-то все и началось. Игнатенко решил добиться того же.

«Слышали, как о штангистах говорят? — вспоминает он. — Чтоб поднять рекорд на килограмм-полтора, они перекидывают на тренировках сотни тонн. У меня были свои «тонны» — долгая, порой до изнеможения обратная «прокрутка» ленты памяти, сотни, тысячи упражнений на запоминание миллионов, наверное, чисел и слов, выработка своей, сугубо индивидуальной методики извлечения информации из глубин подсознательной памяти.

К слову, вопрос здесь не только в запоминании. Немалые трудности пришлось преодолеть, прежде чем я научился «стирать» запечатленную в мозгу информационную фотографию. Здесь у меня тоже свои приемы, хотя, несмотря на все ухищрения, «стирание» это происходит не раньше чем через три часа после получения информации...»

Вот так-то! Все добыто трудом и потом, долгой работой над собой. Игнатенко твердо уверен: возможности человеческого мозга безграничны. И мы находимся на подступах к таким глубинам, о которых еще даже и не подозреваем. Надо



лишь настойчиво «искать себя... в себе» (так артист хотел назвать свою следующую концертную программу).

История жизни Игнатенко удивительна вдвойне: дело в том, что ему удастся совмещать сцену с наукой. Он действительный член Всесоюзного общества психологов. Вносит свой вклад в развитие новой науки «суггестологии». Эта наука делает у нас в стране первые шаги.

Игнатенко активный участник исследований. Суггестология способна, полагает он, в корне изменить подготовку людей по ряду самых сложных профессий, особенно тех, что сопряжены с большими психологическими нагрузками. Известно, например, как велики эти нагрузки у шоферов. Среди массы

обрушивающейся на них оперативной информации надо выделять, запоминать (и должным образом перерабатывать) лишь малую толику. Суггестология-то, утверждает Игнатенко, и поможет человеку закодировать нужные сведения и заложить их в определенную ячейку памяти, отбросить лишние и выйти в своих действиях на необходимый автоматизм...

Память человека, ее загадки. (Математик Л. Эйлер поражал современников тем, что знал на память шесть степеней любого числа до сотни. Академик А. Иоффе никогда не пользовался таблицей логарифмов: она была «сфотографирована» в его памяти.) Эта тема крайне важна и интересна. Разговор о ней мы продолжим в следующей главе.

*Развитие коры больших полушарий (на рисунке она светло-коричневого цвета) у рыбы, ящерицы, кролика и человека.*



# Глава

## 3



ПАМЯТЬ  
В ХОРОВОДЕ  
ЭМОЦИЙ

*О память сердца, ты сильней  
Рассудка памяти печальной!*

К. Н. БАТЮШКОВ

1926 год. В Ленинграде наводнение. Затоплен и виварий Института экспериментальной медицины. Находившихся в нем собак пришлось спасать на лодках. Панический страх перед наступавшей водой «выбил» из животных все рефлексy, все навыки, которым их так долго и старательно обучали.

Прошло несколько месяцев, рефлексy были восстановлены. Но достаточно было появления в лаборатории воды, просачивающейся из-под закрытой двери, чтобы у животных вновь наступал нервный срыв...

Память и эмоции тесно переплетены. Впервые, видимо, обратил на это внимание выдающийся русский психиатр Сергей Сергеевич Корсаков (1854—1900). В 1890 году в книге «Болезненные расстройства памяти и их диагностика» он писал: «Есть люди, у которых вообще память развита недурно, но память душевного чувства слаба: они плохо помнят те эмоции, которые переживали, удовольствия, которые им доставляли... А так как эти воспоминания составляют основания наших симпатий и антипатий к людям, то из этого недостатка памяти вытекает ненормальное отношение к людям...»

Эмоции. Советский академик Петр Кузьмич Анохин (1898—1974) считал: эмоции выступают в качестве своего рода аппарата быстрой оценки воздействий окружающей среды. Оценки преимущественно со знаком плюс или минус, полезности или вредности. Этот мощный «фильтр» не может не влиять на память.

## БЛОНСКИЙ ПРОТИВ ФРЕЙДА

Пушино. Молодой город ученых, расположенный под Серпуховом, в 120 километрах от Москвы. Био-

логический центр Академии наук СССР. Цепочка из стоящих рядом шести биологических институтов и специального конструкторского бюро.

Крупные биологические проблемы было бы трудно изучать в Москве, в рамках старых сложившихся коллективов. Большие научные темы требуют совместных действий специалистов самых различных профилей. Вот почему в 1963 году около деревушки Пушино и был заложен новый Биологический центр. И именно тут, где усилия биологов умножены, подкреплены работой математиков, физиков, инженеров, наиболее целесообразно изучать и довольно запутанную связь между памятью и эмоциями.

Мы в Институте биологической физики. В одном из его подразделений — Отделе проблем памяти. Его возглавляет профессор, доктор биологических наук, заслуженный деятель науки РСФСР Елена Анатольевна Громова. Но прежде чем мы предоставим ей слово, полезно вспомнить один старый научный спор.

Однажды известный советский психолог Павел Петрович Блонский (1884—1941), придя в институт, где он преподавал, предложил своим студентам необычное задание. Описать любое (первое, что придет в голову) случившееся с ними до учебы в институте событие.

Блонский получил в общей сложности 224 таких сочинения, стал их анализировать. Вышло то, что он и ожидал: почти каждый студент писал об эпизодах, окрашенных сильными эмоциями.

Такова роль чувств в нашей памяти. Память, как решето: пропускает ничем не примечательные дни, все монотонное и однообразное, оставляя лишь яркие вехи.

Но вот более сложная проблема: какие эмоции больше влияют на память — положительные или же отрицательные? Что мы помним дольше — доброе или злое?



Проверьте свою зрительную память: постарайтесь за одну минуту запомнить изображенные на этом рисунке предметы, а затем назвать их в таком же порядке. Число, которое вы назвали правильно, надо разделить на 20 и частное умножить на 100. Если процент отгаданного больше 90 — отлично, 70—90 — очень хорошо, 50—70 — хорошо, 30—50 — удовлетворительно, 10—30 — плохо, 0—10 — очень плохо.

Известный австрийский психолог, основоположник психоанализа З. Фрейд (1856—1939) утверждал: более прочно оседают в голове события, связанные с приятными эмоциями. Способность людей забывать неприятное — это-де полезное приспособление, направленное на охрану организма от болезненных переживаний.

Фрейду возражал Блонский, доказывая обратное. Лучше запоминается неприятное, полагал он, в эволюции живых существ именно это свойство помогало им приспособиться к окружающей обстановке. Применив количественные методы, Блонский, казалось бы, убедительно опроверг теорию «вытеснения» неприятностей. Но — мы убедимся

в этом позднее — то была лишь полуправда.

Видов памяти много — кратковременная (неустойчивая память, она связана с временной активностью нейронов, вспомним расходящиеся по воде исчезающие круги от упавшего камня), долговременная (устойчивая память, ее объясняют биохимическими изменениями в клетках мозга). Память произвольная, моторная, слуховая, словесно-логическая... Но, только побывав в Пушкино, автор этих строк отчетливо осознал, что, оказывается, существует еще и память эмоциональная. И ведущий специалист в этой нелегкой научной теме — Е. А. Громова.

«Кто же прав: Фрейд или Блон-



ский? — спрашивал я у нее. — И есть ли возможность поставить точку в этой затянувшейся дискуссии?»

«Двумя словами тут не отделаешься, — помню, отвечала Елена Анатольевна. — Вначале давайте уточним само понятие «эмоциональная память». Мозг человека не фотоаппарат, бездумно фиксирующий все, что попадает в поле его зрения. «Снимки» нашей памяти очень субъективны, они как бы сняты под диктовку, и роль эмоций здесь не последняя. Можно долго классифицировать эмоции, но самое простое — разбить их на положительные и отрицательные. Ведь все люди независимо от своего возраста, пола, национальности и воспитания улыбкой выражают радость, слезами — горе...» «А теперь, — продолжала свой рассказ Громова, — экспериментальный факт. Если кошку или собаку подвергнуть во время еды болевому раздражению (обычно это слабый удар током), то она не подойдет к кормушке не только в этот день, но и через несколько недель... Грубо говоря, это и есть пример эмоциональной памяти. Эта память очень прочная. Ребенок, однажды обжегшийся на огне, запомнит этот опыт практически на всю жизнь...»

## ДВЕРЬ ЧУВСТВ, ОТКРЫТАЯ В ПРОШЛОЕ

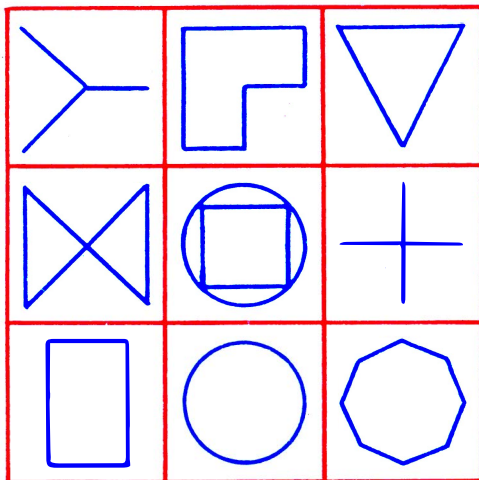
Любопытная особенность: для большинства людей воспроизведение пережитого эмоционального состояния — задача довольно трудная. Французский психолог Т. Рибо (1839—1916) делил людей на три категории. Люди первой категории не в состоянии повторить угасшую эмоцию. Вспоминая, они отделиваются общими словами: «было больно», «чудесно»... Второй — способны пережить эмоцию, но в очень слабой степени — это самый распространенный тип людей. Но зато

третьи вызывают в себе прежнее чувство без труда.

Это натуры артистические, наделенные богатым воображением, — музыканты, художники, артисты, писатели. (Это свойство, видимо, еще и результат частой тренировки.)

Флобер, приговорив к смерти свою героиню Эмму Бовари, признавался потом, что ощущал во рту вкус яда. Тургенев рыдал над умерщвленным им Базаровым.

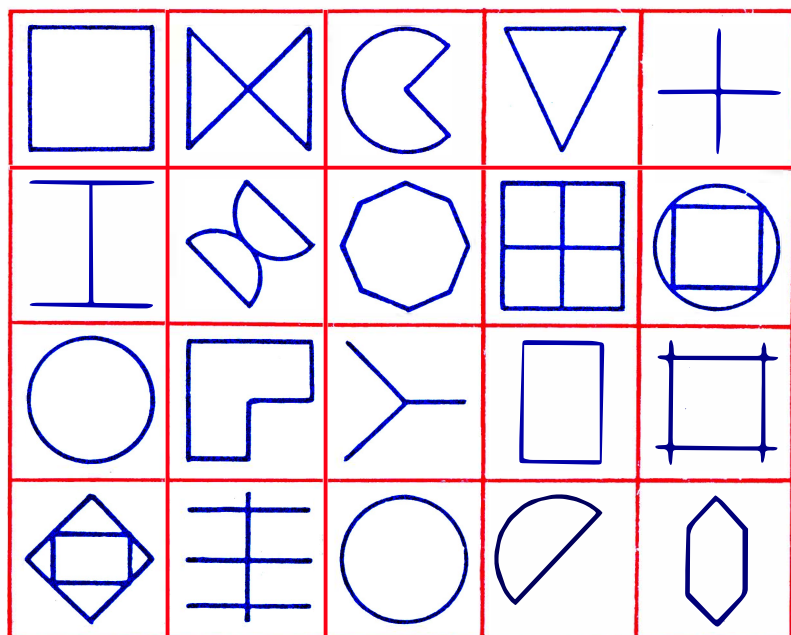
С эмоциональной памятью связаны и различные патологические явления. Иногда только благодаря глубокому психологическому анализу воспоминаний детства удается понять, почему тот или иной чело-



*Постарайтесь за минуту запомнить эти фигуры. Затем переверните страницу и в аналогичной таблице найдите эти фигуры среди других.*

век так панически боится высоты, огня, темноты, некоторых животных, ножей или каких-либо других явлений и предметов.

Эмоциональная память влияет и на созревание характера. Ужасное наказание в детстве может сделать человека боязливым, постоянная память о пережитом несчастье — меланхоличным. Известно, какой глубокий отпечаток оставляет воспоминание о боли у людей, пере-



*Процент отгаданного дает примерный объем вашей памяти при узнавании.*

несших инфаркт, иногда в корне меняя их характер.

Страх перед болью, память о ней хранятся исключительно долго. Шотландский стоматолог Д. Трейнер опросил 2500 пациентов, из них половина предпочла удаление зубов их лечению с применением бормашины—страх перед ней возник еще в раннем возрасте.

Не в памяти ли чувств—в этой как бы двери чувств, открытой в наше прошлое,—кроется и происхождение многих странностей, так интригующих окружающих, причудливых пристрастий. А то и просто так называемого «вкуса»: вчерашний школьник, скажем, по чисто вкусовым мотивам почему-то избирает профессию авиаконструктора, а не конструктора-корабеля.

Рассказывают, что Байрон, прежде чем сесть за стол, проверял, нет ли поблизости солонки: вид соли выводил его из себя. Бетховен был убежден: будучи гладко выбритым, ничего путного не сочинишь. А Брамса, утверждает молва, самые лучшие мелодии посещали, когда он чистил обувь...

К патологии, обусловленной эмоциональной памятью, можно отнести и боязнь выступлений перед аудиторией: школьник страшится покраснеть, отвечая урок; начинающий актер—забыть слова роли. Большое терпение и настойчивость требуются от учителей и режиссеров, чтобы искоренить подобные состояния.

«Как видите,—говорила мне Громова,—детальное изучение эмоциональной памяти имеет большое практическое значение. Что же касается спора Блонского с Фрейдом, то причин для путаницы в этом вопросе немало, вспомним главные.

Прежде всего, опыты по воспроизведению эмоциональной памяти трудно сделать «чистыми». В жизни большинство людей предпочитает, естественно, вызывать в себе приятные воспоминания. И это (оживление соответствующих следов памяти и дополнительное их закрепление) способствует их упрочению.

Другое соображение: прежде память и эмоции в основном изучались раздельно. И, наконец, по-

следнее: материальная, так сказать, химическая подоплека дела начала проявляться лишь в последние 10—15 лет...»

## ТРУБОПРОВОДЫ НЕЙРОГОРМОНОВ

В 1939 году исследователи из Чикагского университета Х. Клэвер и П. Бюси обнаружили, что обезьяны после разрушения у них определенных областей мозга ведут себя как эмоциональные идиоты: едят гайки и болты с не меньшим удовольствием, чем изюм. При возникновении угрозы эти обезьяны не могут определить, следует ли им отвечать радостью или страхом. Было ясно, что разрушенный участок мозга — его так называемая старая кора — принимает участие в эмоциональном поведении животных...

В наши дни мы уже привыкли к мысли, что химические цеха мозга вырабатывают особые биологически активные вещества, стимулирующие или же угнетающие его деятельность. Не они ли управляют эмоциями, обуславливая и все проявления эмоциональной памяти? В поисках ответов ученые взялись за работу и обнаружили моноаминергические (сокращенно МА) системы мозга. Это структуры, с функционированием которых в центральной нервной системе связан синтез таких важных биогенных аминов, как дофамин, норадреналин, адреналин, серотонин, гистамин и другие. Эти биологически активные вещества относятся к моноаминам: содержат в своей молекуле одну аминокруппу, что и определяет их название.

Первые основополагающие исследования МА-систем мозга были проведены (шестидесятые годы нашего столетия) шведами Дальштремом и Фуксом. Они подробно описали местонахождение в головном мозге животных (крыс, мышей,

морских свинок, кроликов и кошек) скоплений нервных клеток, «ядер», содержащих МА-нейроны, и предложили их классификацию.

Эти нервные клетки, расположенные в основном в среднем и продолговатом мозге, отчетливо различаются на тонких микросрезах мозга животных. При обработке в парах формальдегида эти клетки начинают флюоресцировать яркими красками.

Хотя все биогенные амины обладают высокой биологической активностью и участвуют в передаче возбуждения от одних нейронов к другим, для нашего рассказа особенно важны норадреналин (он характеризуется зеленой флюоресценцией) и серотонин (желтая флюоресценция).

От центров, где синтезируются эти нейромедиаторы, во все концы (мне показали в лаборатории Громовой схему структур головного мозга крысы), словно сеть трубопроводов, тянутся длинные отростки нейронов — аксоны, несущие в кору, в передний мозг нейрого르몬ы.

Серотонин и норадреналин играют большую роль в механизме эмоций. Разрушение центров, вырабатывающих серотонин, превращает животных в агрессоров. На ваших глазах крысы, до тех пор равнодушно переносящие присутствие мышей, становятся их убийцами.

В ходе многочисленных исследований у ученых возникла гипотеза, что серотонин и норадреналин и являются тем мостиком, который соединяет эмоции с обучением и памятью. Но как это доказать? Ведь тот же серотонин выполняет в организме многие функции: обеспечивает терморегуляцию, связан с деятельностью сердечно-сосудистой системы, некоторых желез внутренней секреции, с медленноволновой фазой сна, он же обуславливает зимнюю спячку зверей — медведей, сусликов. Необходимо



было очень четко сформулировать вопросы и получить на них в экспериментах не менее четкие ответы. Это и сделали ученики и коллеги Е. А. Громовой.

## АМИНЫ — «ДОБРЫЕ» И «СЕРДИТЫЕ»

Я люблю приезжать в Пущино, этот небольшой городок науки, расположенный на крутом и высоком берегу Оки. За рекой, с пригорка, видна уходящая за горизонт громадная территория заповедника, там, в зеленых чащобах, живут зубры, лоси и множество всякого другого зверья. Леса обступили и городок, начинаясь прямо на его окраине.

В Пущино сошлись щедрость среднерусской природы и тонкость, основательность научной мысли, силу которой питают многочисленные биологические эксперименты, проводящиеся в здешних институтах. Пущино — город, поистине пришедший из будущего. Таких научных центров становится у нас в стране все больше и больше.

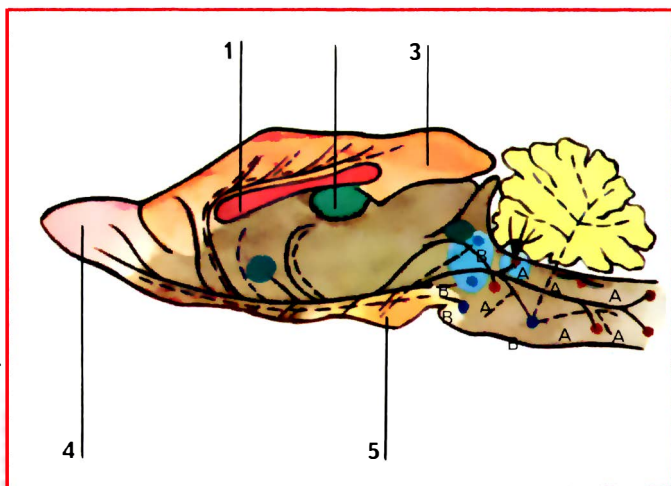
ми глазами посмотреть эксперименты, которые проливали свет на природу эмоциональной памяти.

...Небольшая комната, сплошь уставленная обычными конторскими



Микрофотография поперечного среза ствола мозга крысы, сделанного на уровне ядер, синтезирующих серотонин (скопления нейронов в форме летящей птицы и слабопроявляющееся пятно немного ниже).

*Схематически изображенный продольный разрез головного мозга крысы с распределением вырабатывающих серотонин (синие точки, помеченные буквой В, и пунктир) и норадреналин (красные точки с буквой А и сплошные линии) нейронов и путей, идущих от них к различным областям мозга:*  
 1 — мозолистое тело;  
 2 — гиппокамп;  
 3 — кора;  
 4 — обонятельная луковица;  
 5 — гипоталамус.



Чаще всего мне доводилось бывать в Институте биофизики. В ту поездку мне хотелось собственными

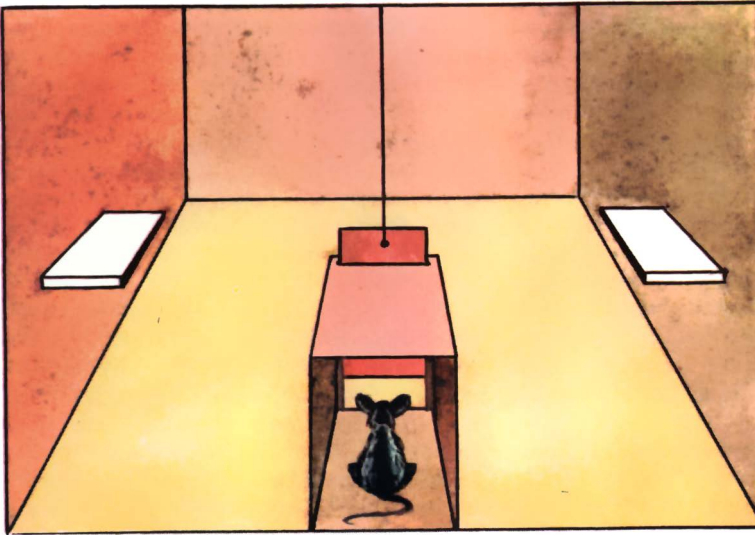
ми столами. На них тут и там разбросаны какие-то, как показалось, незамысловатые приборы. Если б не

белые халаты людей, можно было бы подумать: ты в канцелярии. Вот только смущают клетки с белыми крысами, блестящие глазки которых удивленно разглядывают тебя.

«Познакомьтесь — это тоже наши «сотрудницы». Им отведена главная роль в предстоящем эксперименте», — говорит Татьяна Павловна Семенова, кандидат биологических наук, старший научный со-

трудник лаборатории нейромедиаторных систем. Она показывает мне специально сконструированную ею, удобную для изучения эмоциональной памяти крыс камеру.

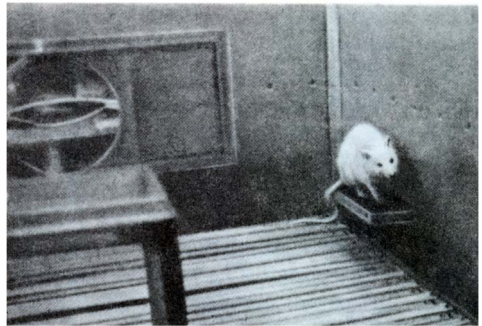
Внутри — две полочки: слева и справа. Крыса, которую вводят в камеру, должна постепенно уразуметь и запомнить, что экспериментатор кладет пищу то направо, то налево, поэтому бесполезно второй раз подряд идти к той же полочке.



*Рисунок экспериментальной камеры для обучения животных с помощью эмоционально положительных и отрицательных подкреплений.*



*Крыса научилась правильно выбирать полочку, на которой ее ждет пища.*



*Крыса взбирается на спасительную полочку, чтобы избежать удара электрическим током (эмоционально отрицательное подкрепление).*

Пока все обычно: вырабатывается вполне определенный условный рефлекс, сопровождающийся положительными эмоциями — пища.

При желании можно организовать и отрицательные эмоции. Сквозь металлические стержни пола камеры пропускается слабый электрический ток. Спасаясь от него, крыса, если она успешно прошла «курс наук», вскакивает на те же полочки.

Курс натаскивания крысы подошел к концу: она затвердила урок. Умело и быстро находит пищу, избегает удара током. И в опытах, как выразился бы физиолог, с положительным подкреплением (пища), и в экспериментах с отрицательным (ток) животное демонстрирует превосходную память. И вроде бы между этими экспериментами нет никакой разницы. Однако это не так.

Оказывается, если «выключить» в мозгу крысы центры, вырабатывающие либо серотонин, либо норадреналин (в мозг животных вводятся вещества, практически полностью блокирующие синтез нужного амина), то способность животных к обучению резко меняется.

Происходит удивительное. Если исключен серотонин, то у крыс совсем не вырабатывается рефлекс на пищу (хотя отрицательные стимулы действуют по-прежнему). Когда же выключен норадреналин, то крысы никак не могли научиться избегать ударов током.

Так было установлено: обучение и память у животных тесно связаны с уровнем в клетках мозга серотонина и норадреналина. Оказывается, «добрый» серотонин улучшает память на положительные эмоции, а «сердитый» норадреналин — на отрицательные. Эти нейромедиаторы и связывают эмоции с памятью.

Замечательное достижение советских ученых позволяет иными глазами взглянуть на старую тяжбу Блонского с Фрейдом. В какой-то мере эта дискуссия становится бессмысленной. Ибо именно в аминах спрятаны корни «злопамятности»

или, наоборот, способности хранить в памяти преимущественно эмоционально положительные впечатления, составляющие сущность альтруизма.

Естественно, «злопыхатели» вряд ли будут держать в памяти добрые дела и поступки, а «альтруисты», скорее всего, должны быстро забывать злое и недоброе.

## О ХИМИЧЕСКОЙ ЗУБРЕЖКЕ

В известной сатире Свифта Гулливеру (при посещении Академии в Лагадо) показали удивительный способ обучения: школьникам скармливали специально изготовленные тетради с конспектами! (Гулливеру объяснили: метод неэффективен только потому, что мальчишки ухитряются выплевывать «препараты»...)

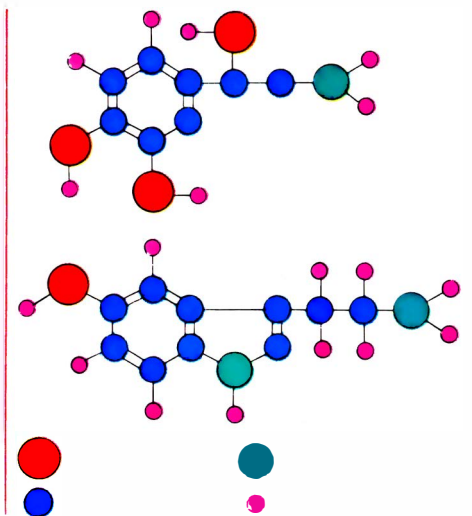
В каждой шутке — доля истины. Человека не оставляет мысль найти действенные средства улучшения памяти: ведь жизнь предъявляет к ней все более повышенные требования. Полагают, что уже в недалеком будущем каждому придется в течение жизни 4—5 раз менять профессию: столь стремительно будут трансформироваться производственные процессы.

Так что учиться придется всю жизнь!

Если теперь обратиться к науке, то и здесь уже недостаточно держать в голове только то, что непосредственно связано с твоей узкой (а лавина данных все растет) специальностью. Новейшая наука требует широкой ориентации в других, казалось бы, далеких областях знания.

Итак, учеба настойчивая, целеустремленная. Но как учить? Школьная практика последнего десятилетия в основном построена с учетом логики освоения материала. Больше думать, размышлять, меньше заучивать! Однако правилен ли этот путь? Ведь, возможно, заучи-





Структура молекул норадреналина (вверху) и серотонина (внизу).

вание, которое являлось необходимым элементом другого варианта обучения, было фактически и тренировкой памяти, постоянным упражнением прежде всего для ее важнейшего механизма — считывания: извлечения сведений из колодецев памяти.

Теперь о зубрежке. Последнее время в педагогике ведутся активные дискуссии: стоит ли зубрить? Многие преподаватели разрешают студентам свободно пользоваться на экзаменах справочной литературой. Считается даже вредным забивать голову всяким «хламом»: скажем, ненужными, «подсобными» формулами, которые, считается, с легкостью можно найти в специальных таблицах и справочниках.

И все-таки зубрить надо! Ученые все больше склоняются к тому, что в известных пределах (не так, конечно, как в давние времена, когда заставляли заучить от доски до доски чуть ли не всю толстенную Библию) элементарная зубрежка крайне необходима. И противопоставлять логику мышления тренировке памяти современная наука о мозге не рекомендует.

Помимо накопления знаний, это нужно и просто для здоровья мозга; заучивание материала для него — хорошая гимнастика. Состояние памяти человека, ее активность сейчас напрямую связываются и с долголетием.

Чем лучше, тренированнее память, тем, считается, дольше человек может прожить. Сохранение воспоминаний, владение ими в полной мере, полагают некоторые авторитеты, есть самый действенный «витамин» против старости.

Стало быть, заучивание наизусть — вещь полезная. Но как оптимально организовать этот процесс?

Ведь что такое зубрежка? Это многократное повторение, «вдалбливание» каких-то фактов, истин, пока они окончательно не утвердятся в памяти. Но, выходит (вспомним про эмоциональную память и нейрогормоны), того же можно фактически добиться и химическим путем. Химическая «зубрежка»? А отчего бы и нет!

Тут только надо помнить: эмоция эмоции рознь.

Успех обучения зависит от знака эмоции (известная дилемма: пряник — розга); кого-то надо погладить по головке, а кого-то публично отчитать! Вот так изучение особенностей эмоциональной памяти оказывается полезным для практики.

Повышение содержания серотонина или, соответственно, норадреналина в мозге при обучении сопровождается, как показали сотрудники Громовой, циклическими изменениями возбудимости мозга. Периодическая циркуляция сигналов по одним и тем же нейронным системам, участвующим в восприятии данного раздражения, и становится эквивалентом зубрежки. Только зубрежка — дело долгое, а память, подкрепленная эмоциями, срабатывает практически мгновенно!

## «РЕЗИНКА» ИЛИ «КАРАНДАШ»!

В ноябре 1976 года в Ленинграде состоялся большой съезд ученых. В стенах Института экспериментальной медицины Академии медицинских наук СССР (это в нашей стране ведущее по исследованиям мозга учреждение, его директор — академик Н. П. Бехтерева) собрались физиологи, биохимики, иммунологи, генетики, биофизики, молекулярные биологи, кибернетики, клиницисты, врачи. Вот какой букет исследователей получился! Почему? Да потому что должна была обсуждаться очень важная проблема. Симпозиум назывался «Механизмы управления памятью».

Управлять памятью? Удивительная вещь! Ведь кажется, что память — это нечто неизменное, то, что либо имеется, либо отсутствует. Что это какое-то прирожденное качество, которое вряд ли поддается переделкам. Конечно, можно тренировать память, скажем, учить наизусть стихи. Но в известных пределах, тех, что дарованы тебе природой.

Все это так лишь отчасти. Доклады участников симпозиума показали: успехи наук, познание химической основы памяти позволяют надеяться на многое, о чем вчера и не мечталось. А о необходимости научиться управлять памятью говорила академик Н. П. Бехтерева. Она отметила среди прочего, что дети планеты сталкиваются с каждым годом со все большими и большими потоками информации. Соответственно и требования к памяти растут.

Да и о пожилых людях — а в мире наметилось (продолжительность жизни растет) явное постарение населения — следует позаботиться. У стариков очень хрупкий механизм считывания из памяти, и надо сделать так, чтобы он не был поврежден.

Еще, отмечала Бехтерева, научиться управлять памятью нужно и в интересах больных. Многие хронические болезни мозга связаны с фиксацией в памяти того или иного болезненного состояния. Надо научиться разрушать эти злостные очаги в мозгу.

До сих пор, говоря о памяти, мы в основном имели в виду запечатление в мозгу событий внешнего мира и умение их извлекать. Но разве дело ограничивается только этим?

Конечно, нет. Есть специалисты, которые считают: наша память основана вовсе не на запоминании, а на... забывании!

Главное в памяти — вот новое мнение — не запоминать нужное, а забыть ненужное.

Мы обязательно утонули бы в море сведений, если бы наш мозг постоянно не подавлял, не вычеркивал из своих «приходных тетрадей» все побочное, временно необходимое, тривиальное.

Записывать все события, регистрировать их абсолютно точно способен и магнитофон. Но освободить магнитную пленку от малозначительной, попутной, несущественной информации сам магнитофон не может. Мозг тем и отличается от магнитофона, что умеет решать эту проблему. И если это свойство имеет такое значение, то сама технология фиксации памяти в мозгу начинается представляться скорее как работа «резинки», а не «карандаша».

«Резинка», как она действует? Пока это тайна.

Но, верно, без эмоций, без каких-то синтезируемых мозгом химических веществ дело не обходится. И возможно, дальнейшее изучение эмоциональной памяти поможет понять, как работают не только «карандаши» (есть среди них и цветные!) памяти, но и ее «резинки» (тут тоже вряд ли какой-то один механизм).





## ХУДОЖНИКИ И ДЕЯТЕЛИ

Можно было бы долго перечислять те области, где исследования эмоциональной памяти могут принести пользу. Да и как же иначе: ведь речь идет о мозге и памяти!

Очень важно сформулированное учеными из Пущино положение о необходимости (для успешного процесса обучения) оптимального уровня эмоционального напряжения. Тут вредны или же неэффективны как слишком сильные, так и очень слабые эмоции. Зато золотая середина (оптимум) благотворна для памяти.

Сотрудники Громовой провели наблюдения на 23 спортсменах высшей спортивной квалификации — стрелках из лука. У них обследовалась зрительная и слуховая память во время тренировочных сборов, отдыха и в период ответственных международных соревнований.

Среди психофизиологических тестов особого внимания заслуживает оригинальный метод изучения объема зрительной памяти у людей, разработанный бывшим сотрудником лаборатории нейромедиаторных систем М. Б. Зыковым. Метод заключается в том, что испытуемому предъявляется для запоминания карта, состоящая из 16 квадратиков: 8 из них черные, 8 — светлые. Путем различного расположения этих квадратов образуются геометрические рисунки различной информационной сложности.

Испытуемому дается определенное время для запоминания, а затем на пустом бланке, состоящем из 16 светлых квадратиков, предлагается воспроизвести рисунок. Оценка памяти производится с учетом информационной сложности каждого рисунка по стандартной таблице.

А вот результаты подобных обследований. Наивысшие показатели памяти у спортсменов были во время международных состязаний! Па-

раллельно обследовалось содержание норадреналина в крови спортсменов. Оно было во время соревнований значительно повышено, что и подтвердило: спортсмены были не только в отличной спортивной форме, но и эмоциональное напряжение их было также оптимальным.

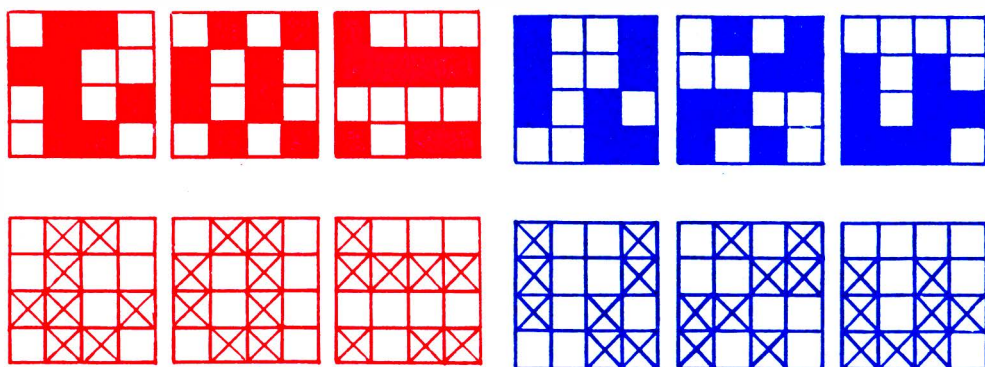
Изучение эмоциональной памяти, несомненно, полезно и для понимания природы творчества. Ведь Память, или Мнемозина, как известно, была матерью девяти муз (отцом которых был сам Зевс!). В греческой мифологии трагедия, комедия, лирическая и эпическая поэзия, история, священные песни, музыка и танец считались порождением Памяти.

И эти тонкие вопросы (союз Искусств и Памяти) не обошли исследователи из Отдела проблем памяти. Они установили, что при эмоционально положительных состояниях, когда содержание серотонина в мозге повышено, общий уровень возбуждения центральной нервной системы низок. И напротив: при эмоциях отрицательных (много норадреналина) он высок.

Предварительные ощущения тут таковы. Видимо, положительные эмоции (преобладание в мозгу серотонина) благотворны для творчества: пластичность мозга повышена, система становится гибкой, легко перестраиваемой, открытой для новых впечатлений. (Не тут ли разгадка того, что положительные эмоциогенные зоны представлены в нашем мозгу значительно более широко, чем отрицательные?)

Отрицательные же эмоции (и их действующее начало — норадреналин) делают нервную систему более жесткой, но зато способной к решительным действиям (ведь, скажем, крыса под током должна быстро найти спасительную полку!).

Художники и деятели. В жизни современного человека эти две грани часто образуют хитрый узор:



*С помощью таких таблиц из закрашенных квадратов исследовалось состояние кратковременной зрительной памяти у спортсменов до соревнования (левый рисунок) и во время их проведения (правый рисунок). Вверху представлено то, что давали спортсменам для запоминания, внизу — проверка памяти: крестики ставили сами спортсмены.*

человек должен поочередно становиться то творцом, то решительным и деятельным работником. Кто знает, возможно, придет день, когда в аптеках — конечно, строго индивидуально, по рецептам врачей, а то и психологов, после тщательного биохимического обследо-

вания — появятся таблетки памяти, пилюли творчества, снадобья активности!

Сейчас это звучит фантастикой, но завтра может стать обыденностью. Поручкой тому интересные работы ученых Пущинского научного центра.

# Глава

4



**МОЗГ  
ЛЕВЫЙ,  
МОЗГ  
ПРАВЫЙ**



*Природа не терпит пустоты, как говорят физики; но они могли бы и дополнить свою аксиому, прибавив, что она не терпит также и симметрии...*

*Два глаза, даже на самом красивом лице, всегда чуть-чуть различны, нос никогда не находится в точности над серединой рта; дольки апельсина, листья на дереве, лепестки цветка никогда не бывают совершенно одинаковыми. Кажется даже, что все прекрасное черпает свое очарование именно из этих различий...*

О. РЕНУАР

В 1836 году в Монпелье (Франция) на заседании местного медицинского общества выступил мало кому известный сельский врач Марк Дакс. То, что он говорил, было, в общем, известно. Еще древние греки сообщали о случаях внезапной утраты отдельными людьми способности связно говорить. Но Дакс утверждал большее: полагал, что эта потеря речи — афазия — развивается только при поражениях левого полушария мозга. Таким образом, резюмировал он, речью владеет исключительно левое полушарие.

Это заявление, однако, большого успеха не имело. И вскоре было забыто. Сам Дакс через год умер, не подозревая, что им фактически открыта новая эра в изучении мозга и что через полтора столетия споры о неравноценности полушарий разгорятся с невиданной силой.

## ГОСПОДИН ТАН-ТАН

Считается, что природа и неживая (вспомним про изящество кристаллических решеток), и живая (геометрия пчелиных сот, веер лепестков ромашки) обожает симметрию. Кажется симметричным и план строения человеческого тела. Однако на деле мы асимметричны.

Правая рука обычно массивнее, длиннее, ловчее, точнее в движениях, чем левая (зато левая рука всегда, но особенно весной и осенью, немного теплее, чем правая). И правая половина грудной

клетки шире левой. У каждого из нас есть ведущий глаз, ведущая нога. Асимметричен — хоть голова-то у нас и одна! — даже наш мозг.

Защищенный броней черепа, несколькими оболочками и амортизирующим слоем жидкости, головной мозг — этот покрытый складками сгусток розовато-серого вещества размером с небольшую дыню — состоит из двух на вид внешне вполне симметричных половин. Увы, при более внимательном рассмотрении выясняется: симметрия мозга «подпорчена». Правое полушарие немного превосходит левое по массе (граммов на пять), по количеству поперечных извилин (две-три против одной), зато серого вещества больше в левом полушарии, оно же отличается от правого большей частотой и меньшей амплитудой альфа-ритма (основной ритм на электроэнцефалограмме)... А еще более глубокое проникновение в суть деятельности мозга быстро делает взгляды о симметрии просто неверными.

Здесь нам опять придется вспомнить некоторые факты истории науки. Перенесемся в Париж середины прошлого века. В больницу, где работает врач-анатом Брокá. Он занят сейчас удивительным больным, который лишился дара речи и, что бы его ни спросили, в ответ произносит только странные слова: тан-тан-тан. За это больные и потом врачи прозвали его господин Тан-Тан.

Внезапно господин Тан-Тан умирает. Брокá вскрывает его мозг и видит: в задней части нижней лобной извилины левого полушария большое размягчение. Это следы кровоизлияния, разрушившего эту часть мозга. «Не тут ли расположен центр речи? — осеняет Брокá догадка. — Но нет, повременим, не будем спешить с выводами, поищем новых доказательств».

И врачу повезло: у него теперь новый пациент — господин Лелонг,

старик 84 лет от роду. Старец многое понимает, но сам в состоянии произносить лишь какие-то нечленораздельные звуки.

Лелонг скончался. Брокá торопится обследовать его мозг, и — удача! Как и у господина Тан-Та-на, у Лелонга размягчение мозга оказывается в том же самом месте. Открытие сделано. Одна из областей мозга получает название «центр Брокá». Не тут ли, в самом деле, локализована у человека речь?

Не только Брокá, и другие медики подмечали аналогичные факты. Различные поражения левого полушария мозга часто приводили к расстройствам речи, в то время как при схожих поражениях правой половины мозга речь никак не страдала. Все эти наблюдения подытожил, систематизировал английский невролог Х. Джексон. В 1861 году он сформулировал концепцию о ведущей роли левого полушария в осуществлении речевых функций.

## ПРОБА ВАДА

Вначале и вовсе полагали, будто вся интеллектуальная деятельность мозга — речь, письмо, чтение, счет — связана целиком с его левой половиной. Правое же полушарие выглядело аппендиксом: «немое», «безграмотное», обреченное, казалось, на второстепенные роли, оно выглядело загадочным придатком к «доминантному» левому полушарию.

Этот дутый миф держался в науке добрую сотню лет и все же под напором фактов вынужден был в конце концов рухнуть. Постепенно выяснилось: больные с травмой правого полушария также выказывают немалые странности (они могут не узнавать знакомых, членов своей семьи, собственное отражение в зеркале). Так, трудами поколений исследователей значимость для нормальной умственной

деятельности правого полушария была окончательно реабилитирована.

Как же точно определить «специализацию» полушарий? Как установить пределы их «власти»? Видимо, проще всего это сделать с помощью методики, предложенной в 1949 году японским исследователем Вада. Он показал, что введение в левую или правую сонную артерию (каждая питает кровью свое полушарие) наркотизирующего вещества, амитала натрия, способно «отключить» соответствующее полушарие на несколько минут.

Результаты подобных тестов поразительны. Прежде всего у человека резко меняется настроение. При выключенном левом полушарии обычно наступает состояние глубокой депрессии, подавленности. При выключенном правом знак эмоций меняется: подопытный шутит, его взгляды на мир и будущее теперь полны оптимизма.

Ощущение такое, что у вас на глазах один и тот же человек как бы раздваивается. Синтетический «левополушарный» субъект на диво весел, излишне многословен, даже болтлив, но — удивительно! — речь его тускла, бесцветна, лишена живых человеческих интонаций (похоже, что ты беседуешь с компьютером). Он не может отличить мужской голос от женского, перестает узнавать знакомые ему мелодии, с полным недоумением прислушивается к звукам кашля, смеха, храпа, к голосам животных — ржанию, лаю, хрюканью, ему трудно отличить тарахтенье мотора от удара грома или рокота морского прибоя.

Совсем по-иному выказывает себя «правополушарный» человек. Речь он понимает с большим трудом. Только очень короткие фразы. И вообще выдавить из него отдельные скупые слова очень трудно, ему проще изъясняться мимикой, жестами. Но зато он хорошо распознает фигуры, рисунки (легко подмечает в них недостающие де-

тали, отсутствие хвоста у свинки, к примеру). Словом, он легко ориентируется в ситуациях, требующих учета реальных признаков предметов. Он вовсе не погружен, как «левополушарный», в абстракции, а твердо, так сказать, обеими ногами стоит на земле.

Ну как тут не подумать о том, что ученые открыли в одной голове два совершенно непохожих друг на друга, даже полярных типа мышления!

Тест Вада — не единственный способ проэкзотизировать отдельные половины человеческого мозга. Богатый арсенал («выключить» одно из полушарий можно также с помощью электрошока) имеющихся сейчас в науке методик позволяет уверенно судить о силе и слабости, о достоинствах и недостатках левого и правого полушарий. Но наибольшее впечатление оставляет процедура, предложенная американскими нейрохирургами Б. Богеном и Ф. Фогелем.

## РАСЩЕПЛЕННЫЙ, СЛОВНО АТОМ

Вначале немного сведений из анатомии мозга. Сигналы из одной его половины передаются в другую по особой структуре, так называемому «мозолистому телу». Анатомы установили, что полушария соединены мощнейшим «кабелем», состоящим из 200 миллионов нервных волокон.

Что, если их перерезать? Прервать связь между полушариями? Опасно? Нет. Известно много случаев, когда люди рождались вовсе без мозолистого тела. И этот дефект не делал их ущербными.

В практику разделения мозга надвое было введено в конце 30-х годов нашего века. Операция эта имела вполне определенный смысл: так можно было облегчить страдания людей, пораженных особо острой формой эпилепсии.

Мера оказалась действенной:

больные избавлялись от припадков, многие вообще излечивались. И странно, что при столь радикальном вмешательстве мозг — расщепленный надвое! — не многое терял: поведение людей существенно не менялось. Не наблюдалось «раздвоения личности», заметного снижения интеллектуальных способностей.

Однако такое впечатление было обманчивым. Когда этими вопросами занялись особо, выяснилось: перерезка мозолистого тела и других комиссур (спаяк, соединяющих полушария) вовсе не оставляет без последствий. И проявляется это тогда, когда человеку с расщепленным мозгом предъявляют задачи, решение которых требует совместной работы обоих полушарий.

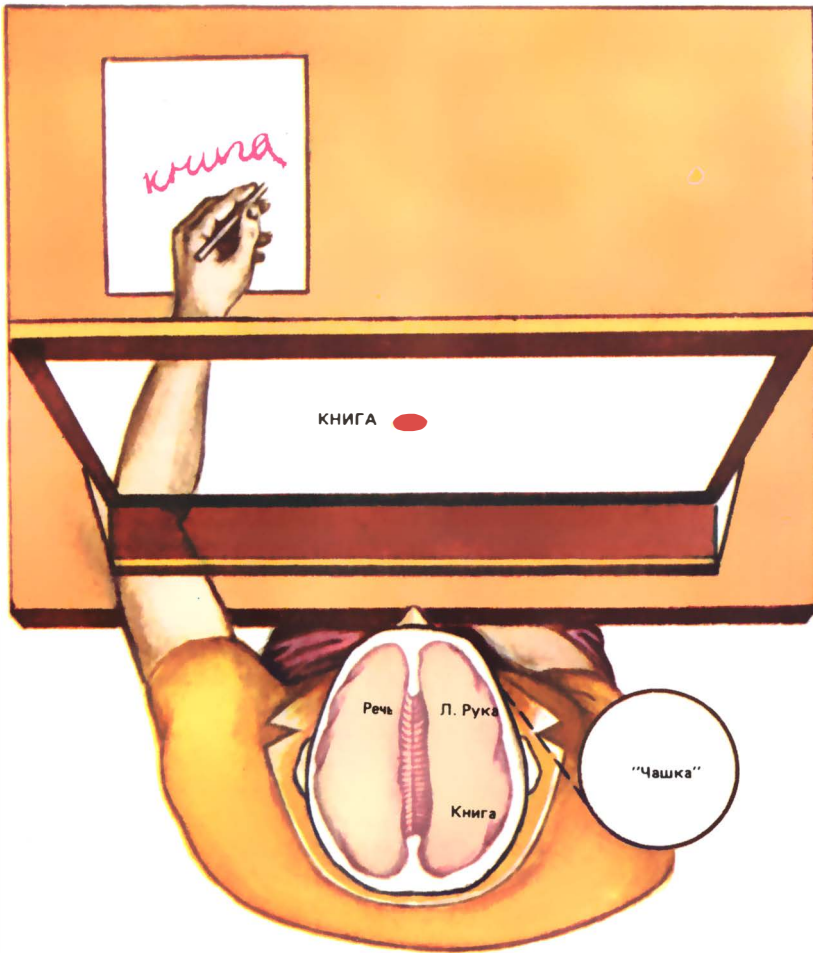
Специально подобранные методики позволяют добиться того, чтобы информация поступала только в одно полушарие. И человек с раздвоенным мозгом, ощупывающий предмет правой рукой (она управляется главным образом левым полушарием), не затрудняется, если его просят назвать этот предмет. Но давайте повторим эту процедуру, используя на этот раз левую руку. Теперь опознать предмет словесно испытываемый уже не в состоянии.

И ничего удивительного в этом нет. Ведь нервные импульсы от левой руки несут информацию о предмете в правое полушарие. Но из-за отсутствия межполушарных связей эти сигналы не достигают речевых центров левого полушария.

Когда — один, другой, третий раз — познакомишься с описаниями подобных экспериментов, к ним постепенно привыкаешь. Ситуация перестает удивлять, будоражить. И только яркий пример «левополушарных» несуразностей, крайнее проявление последствий перерезки комиссур вновь возвращает к мысли: да ведь это фантастика! Ученые в наши дни умеют расщеплять не только атом, но и мозг, сознание человека!







*Испытуемому с раздвоенным мозгом в левом поле его зрения предъявляется некое слово, и он правильно записывает его. Но когда испытуемого спрашивают, что написала его левая рука, он неожиданно дает совершенно неправильный ответ («чашка», к примеру).*

В книге «Рассеченный мозг» американский хирург М. Газзанига описал удивительного пациента — 48-летнего ветерана войны (дело было в США в 1961 году). В его мозгу после разъединения полушарий возникли как бы два самостоятельных сознания, так что в одном теле словно бы поселились две совершенно различных индивидуаль-

ности. «Больной И., — сообщает Газзанига, — иногда обнаруживал, что он спускает брюки одной рукой и подтягивает их другой. Однажды он схватил левой рукой свою жену и начал ее трясти, а правой рукой он в это же время пытался помочь жене усмирить агрессивную левую руку...»

Вот так поистине «правая рука

может не знать, что творит левая»!

При расщеплении мозга у обезьян они оказались способными решать взаимоисключающие задачи двумя полушариями одновременно! Их внимание, память раздваивались: для здоровых обезьян, с ненарушенным мозгом, это было бы непосильной задачей.

И еще одно замечание. Может показаться, что приведенные в этой подглавке факты противоречивы, ибо у одних испытуемых нарушение связи между полушариями мозга проявляло себя очень ярко — случай, упомянутый Газзанигой, — состояние же других после операции практически не изменялось. И все же противоречий тут нет. Просто эта мнимая «разногласица» свидетельствует лишь о грандиозной сложности устройства человеческого мозга и о больших индивидуальных различиях в работе этого удивительного органа.

## ОДНА ГОЛОВА — ДВА МОЗГА!

В ходе изощренных опытов постепенно по фактикам-камушкам, по наблюдениям-капелькам складывалось представление о том, что в человеке действительно словно бы обретают два живых существа. Они по-разному смотрят на мир, оценивают его, и каждый принимает свое особое решение.

Во всяком случае, ученые пришли к таким выводам. «Левополушарный» человек — типичный теоретик, имеющий богатый словесный запас. Ему присущи двигательная активность, целеустремленность, способность к прогнозу грядущих событий. «Правополушарного» же влечет к практическим видам деятельности, он медлителен, неразговорчив, но зато способен очень тонко чувствовать и переживать, склонен к созерцательности.

Далее оказывается, что при обработке информации левое полу-

шарие вычленяет абстрактные свойства раздражителей, правое — конкретные. Левое осуществляет последовательную обработку данных, правое — одновременную. Левое специализируется на анализе времени, правое — пространства.

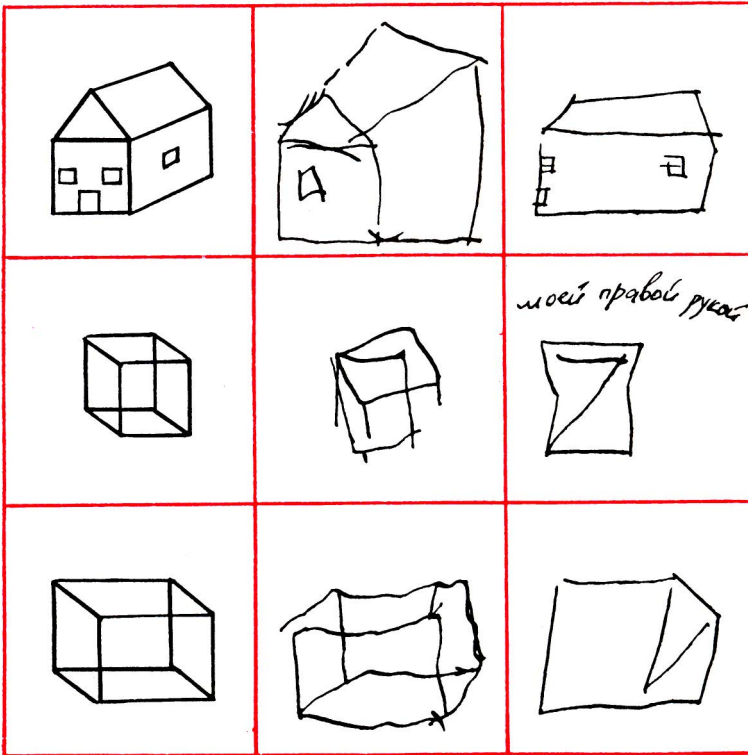
Крайне любопытна тут гипотеза — высказывание советских исследователей Н. Брагиной и Т. Доброхотовой. Левое и правое полушария, полагают они, обращены в разные времена: правое, сохраняя в себе накопленный в прошлом опыт, связано с настоящим и прошлым, левое же, обеспечивая абстрактное познание, перекидывает мост из настоящего в будущее.

(А почему, собственно, последние выводы могут показаться удивительными? Ведь даже «на ощупь» прошлое и будущее весьма различны. «Прошлое может быть познано, — замечает один философ, — но его нельзя изменить, будущее неизвестно, но в то же время оно отчасти в наших руках: его можно изменить решениями, применяемыми в данный момент». А коли так, то что же удивительного, если мозг человека в процессе длительной эволюции сумел как-то приспособиться к этим различиям времен, сформировать для каждого из них в мозговой ткани особую структуру.)

Так как же все-таки считать: один мозг у человека или два?.. Этот поначалу кажущийся шуточным вопрос на глубокую научную поверку оказывается вполне деловым и своевременным. Во всяком случае, здесь открывается бескрайнее поле для философских размышлений и дискуссий.

Мозг, как бы разделенный на два мыслящих «отсека», заставляет ученых ломать голову над многими загадками. Одна из них — сотрудничество-соперничество полушарий. Хотя в идеале они должны дополнять друг друга, на деле они не могут не теснить, не быть помехой





Неспособность левого полушария воспринимать геометрические образы наглядно отражена на этом рисунке. Испытуемый — правша с разделенным мозгом — довольно точно мог нарисовать несложные фигуры (первая колонка) только левой рукой (вторая колонка), а рисуя правой (третья колонка), он терпит явную неудачу.

одно другому. Еще академик И. П. Павлов размышлял об этом. Он писал: «Что значит эта парность? Как понимать, как представлять себе одновременную деятельность больших полушарий? Что рассчитано в ней на замещаемость и что, какие выгоды и изменения дает постоянная, соединенная деятельность обоих полушарий?»

Царит ли в мозгу диктатура одной из половин, или же обе они сосуществуют на демократических началах? Являются ли они друзьями-помощниками, участвующими в одном общем деле, или же это антагонисты, враги-соперники? Ведь общий принцип работы мозга — это единство процессов активности и торможения. Когда действует один отдел, другие заторможены. И если функционирует левое полушарие, правое, казалось бы, должно быть угнетено?..

Вопросы, вопросы... А может, и

так? Если полушария посредством мозолистого тела способны действовать одновременно, то разговор о парности просто фикция? И у человека реально не два, а лишь один-единственный мозг? А то, что полушарий два — так это просто атавизм, наследство, оставленное ранними этапами эволюции?..

Впрочем, проблему можно повернуть и по-иному. Считать (пока это только предположение), что одни люди, если асимметрия выражена у них слабо, действительно обладают как бы «двойным» (в смысле дублирования одного полушария другим) мозгом. Другие же, с четко выраженной асимметрией, владеют мозгом единым, но зато действующим с удвоенной силой и слаженностью. И это как раз мозг избранных представителей человечества — великих писателей, композиторов, философов.

## НЬЮТОН И ЛЕЙБНИЦ

Изучение левизны и правизны мозга имеет не только большое теоретическое, но и прикладное значение. Например, нейрохирурги перед операцией должны твердо знать, чтобы — не дай бог! — избежать побочных осложнений, чтобы не нарушить психики пациента, где у человека в мозгу «правое» и «левое» (у правшей центр речи локализован в левом полушарии, у левшей — в правом).

Исследования (они, понятно, носят пока предварительный характер, здесь еще многое требует уточнения) показали: многими ремеслами лучше овладевают лица с максимально выраженной асимметрией мозга. Но если учесть, что почти у трети человечества нет четкой специализации полушарий, что с годами (особенно к старости) асимметрия мозга снижается, то становится совершенно ясно: отобрать замечательных летчиков-профессионалов, первоклассных операторов, которым можно было бы доверить пульт управления, скажем, всей энергосистемой нашей громадной страны, не так-то просто.

Заметим еще, что в будущем, возможно, ученые будут обследовать на асимметрию мозга и работников творческого умственного труда. Такую задачу фактически ставил уже И. П. Павлов.

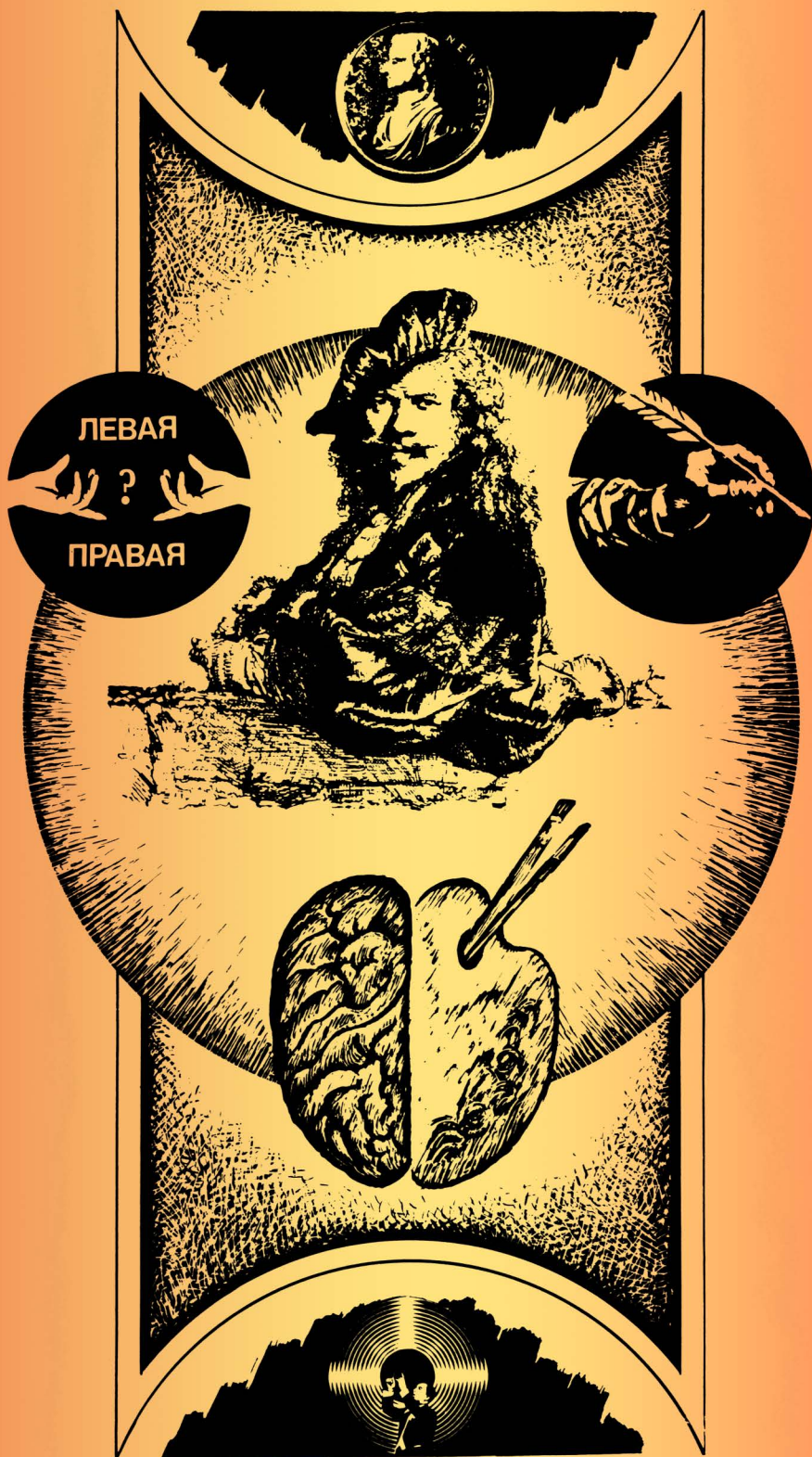
«Жизнь,— писал он полвека назад,— отчетливо указывает на две категории людей: художников и мыслителей, между ними резкая разница. Одни — художники... захватывают действительность целиком, сплошь, сполна, живую действительность, без всякого дробления... Другие — мыслители, именно дробят ее... делая из нее какой-то временный скелет, и затем только постепенно, как бы снова собирают ее части и стараются их таким образом оживить».

Не правда ли, в словах этих зримо проглядывают две типические фигуры: «левополушарного» человека — мыслителя (физика) и «правополушарного» — художника (лирика)? А раз так, то, в принципе, профотбор, проведенный комиссией из медиков, физиологов, психологов, возможно, полезно устраивать и для будущих артистов, поэтов, мастеров кисти — для всех тех, кто ежегодно пополняет мастерские и цеха искусства, а также для молодежи, решившей посвятить себя проблемам точного знания — математике, физике, химии.

Впрочем, не надо думать, что при выборе профессии человек «полушарно ограничен», связан особенностями своего мозга, так сказать, по рукам и ногам и что вход в другие области наук или ремесел для него строго-настрого запрещен.

Нет, такой обреченности на профессию, конечно, нет. И доказательством, на наш взгляд, служит то, что такие гиганты точной науки, как Ньютон и Лейбниц (мнение математика Ю. Манина), принадлежали соответственно к «правополушарному» и «левополушарному» типам.

Ньютон создал математический анализ — фундамент не только математики, но и всех технических дисциплин. Однако все доказательство он излагал геометрически, явно высказывая склонность к образному мышлению. Лейбниц же, независимо повторив ученый подвиг Ньютона, действовал совсем иначе. Именно ему математика обязана современными обозначениями, тем, что страницы математических трудов пестрят знаками интегралов  $\int$  и дифференциалов  $d$ . Он был одним из самых плодотворных изобретателей математических символов. И даже свою версию матанализа Лейбниц изобрел в результате неутомимых поисков универсального языка науки.





## БЕРЕГИТЕ ЛЕВШЕЙ!

В Англии был издан длинный список наиболее известных в истории человечества людей. Всех их объединяло одно свойство: они были левшами.

Этот долгий перечень знаменитостей начинался с римского императора Тиберия, затем следовал Леонардо да Винчи, английский король Георг II и многие другие. Завершался список тоже именем короля, но уже экрана — Чарли Чаплина.

Левши и правши (встречаются еще и амбидекстры — люди, одинаково хорошо владеющие обеими руками) дают много поводов для глубоких теоретических раздумий об асимметрии мозга. К примеру, задумавшись, отчего большинство людей на планете правши? Почему эта асимметрия неизменно передается по наследству от поколения к поколению?

Должно быть, именно малочисленность левшей (в европейских странах левши составляют от 3 до 10 процентов населения, однако в Африке их число, бывает, поднимается и до 50 процентов!) вызывает к ним несколько пренебрежительное отношение. Считается, что леворукость — это отклонение от нормы, недостаток, с которым надо непременно бороться. (Следы этой неприязни к левшам рассыпаны во многих языках. Достаточно вспомнить, к примеру, русские выражения: «правое дело», «левый заработок».)

А ведь левшам действительно непросто жить в нашем «правостороннем» мире.

Попробуйте завести часы, надеть на правую руку, или покрутить ручку мясорубки левой рукой — и вы поймете, как непросто быть левшой.

Оно и понятно: большинство рабочих инструментов, станки, пульта управления, автомобили, телефонные аппараты, замки, ножницы

сконструированы с расчетом на правшей. Поэтому прежде левшей с детства чуть ли не насильно заставляли держать ложку, зубную щетку или авторучку обязательно в правой руке.

В интересной книге М. Гарднера «Этот правый-левый мир» отмечается, что, конечно, левшу можно научить работать правой рукой, однако при выборе для него профессии все-таки следует помнить: напрочь «отменить» качество, присущее природе, невозможно.

Интересно, что, рассуждая о занятиях, наиболее плодотворных и «выгодных» для левшей, Гарднер считает таковыми (при наличии и прочих необходимых данных) профессии боксера, скрипача и (шутя, конечно!)... шулера.

Левши и правши. Надо ли первых переучивать? Недостаток ли это, а может, редкий дар, которым надо дорожить?

Левшой был физиолог И. П. Павлов (любопытно, что с детства он систематически тренировал правую руку, работал ею и довел до совершенства: виртуозно проводил ею самые сложные хирургические операции и все же, играя в городки, предпочитал метать битую левой рукой).

Левшами были Александр Македонский, создатель молниеотвода американский ученый Б. Франклин, Микеланджело, Гольбейн, Пикассо. (Тут уместно упомянуть и лесковского Левшу: писатель явно не случайно наделил своего умельца-героя этим свойством.)

Левши. А что если мозг у этого меньшинства человечества более тонок, более чувствителен, более предрасположен к наукам и искусствам?

Если леворукость — это как бы особая мета, признак редких и ценных качеств? И если это так, то не следует ли нам относиться к левшам более внимательно, бережно?

## НА ЗАВИСТЬ ЙОГАМ

Советский математик С. Ю. Маслов высказал любопытное предположение о том, что доминирование левого или правого полушария различно в разные исторические эпохи. Оценка человеком окружающего и способы достижения своих целей, считал ученый, то пронизываются «жаром холодных чисел», то «витают в облаках». С. Ю. Маслов иллюстрировал свою гипотезу сменой архитектурных стилей, господствовавших в Западной Европе. Он связывал строгие логичные каноны классицизма с левосторонними механизмами мышления, а, скажем, буйство форм барокко — с правосторонними, сравнивал рационализм конструктивизма с причудливыми формами модерна.

И в математике, своей родной области, С. Ю. Маслов видел подобные же смены. То ведущую роль играли строго логические рассуждения, где каждый шаг был тщательно обоснован, и математическая мысль восходила по ступеням познания, каждая из которых прочно опиралась на предшествующую. То, в иные периоды, возникало время интуиции, опережающих свою пору гениальных догадок, и нестрогих эвристических рассуждений.

Комментируя эти мысли, специалист по проблеме «Искусственный интеллект» профессор Д. А. Поспелов пишет: «С. Ю. Маслов предположил, что прямое движение от доминирования правосторонних механизмов у наших предков к доминированию левосторонних, возможно, верное, как тенденция, все время нарушается возвратом к уже пройденным этапам. И не этим ли объясняется загадка смены великолепных наскальных рисунков периода палеолита (древнего каменного века, ранней эпохи развития человеческого общества.— Ю.Ч.) схематичными рисунками, характерными для неолита» (новый каменный век,

следующий за палеолитом этап.— Ю.Ч.)?

Сейчас многие ученые, особенно на Западе, называют нашу цивилизацию «левополушарной». И отмечают многие связанные с этим обстоятельством минусы. По их мнению, мы бездумно игнорируем требования и запросы правой половины собственного мозга, и тем самым используем его возможности только наполовину. Совсем ни к чему, продолжают эти критики, противопоставлять рассудок и интуицию, науку и искусство, эти стихии необходимо соединять воедино. Особенно, когда речь идет о воспитании новых поколений.

Ребенок, как установила наука, рождается с совершенно одинаковыми полушариями. И они у него оба «правые». До двух лет любое из них может «полеветь» — стать речевым.

Еще факты: мальчики развиваются гораздо быстрее девочек. Уже к 6 годам мозг будущего мужчины начинает специализироваться (к этому времени функции полушарий у мальчиков четко различаются: одно из них становится речевым). У девочек те же процессы имеют более поздние сроки. И разве не следует отсюда, что программа обучения для мальчиков и девочек должна быть принципиально иной?

Если нынешняя педагогика в основном построена в угоду «левополушарности», если при этом, грубо говоря, половина мозга «голодает», то в учебе, требуют реформаторы, надо значительно повысить роль наглядных пособий. И вести учебный процесс так, чтобы правая «художническая» (осуществляющая чувственно-образное познание) половина мозга развивалась и функционировала не хуже живущей сейчас в любимчиках «аналитической» половины.

Торопливая, загроможденная делами жизнь опять настойчиво подводит нас к необходимости уп-

равлять мозгом. Вновь приходится вторгаться в область, которая прежде была лишь уделом писателей-фантастов. Или йогов, умеющих, как считается, контролировать и корректировать по собственному желанию все внутренние системы организма. Видимо, и полушария своего мозга?

Впрочем, это лишь догадка. Но вот что известно точно: в Латвии есть группа психофизиологов, которая — на зависть йогом? — делает попытки регулировать работу полушарий. Эти кажущиеся почти фантастическими вести и позвали автора в Прибалтику, заставили его купить билет на поезд Москва — Рига.

#### УЛИЦА АЛТОНАВАС, 4

Новые слова рождаются на наших глазах. Возникнув из небытия, они: с удивительной быстротой укореняются в сознании. Стресс, стресс, стресс!.. Сейчас говорят о стрессе, связанном с административной деятельностью, с нелегкой работой оператора, с загрязнением окружающей среды, с выходом на пенсию, с физическим напряжением, семейными неурядицами. Ученые изучают стресс у зимовщиков Антарктиды, у людей, работающих на Памире, в условиях высокогорья, у рабочих, «привязанных» к ленте конвейера...

Свой вклад в науку о стрессе вносят и латышские ученые. В 60-е годы член-корреспондент Академии наук Латвии Арнольд Крауклис выдвинул концепцию саморегуляции высшей нервной деятельности. Первым в мире он попытался объяснить, как мозг человека противостоит стрессовым ситуациям. И больше того, вместе со своими сотрудниками захотел найти удобные для практики средства, которые бы обеспечили человеку максимальную умственную работоспособность.

...Поездка в Ригу — всегда радость. Как приятно бродить по узким улочкам старого города, слушать в Домском соборе концерты органной музыки. Однако на этот раз большую часть времени я провел в районе, расположенном за Даугавой, в тихой зеленой части Риги, на улице Алтонавас, дом 4, где стоит старинный особняк. В нем находится Латвийский научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины.

Тут я и встретился с заведующим лабораторией нейрофизиологии этого института А. Крауклисом. Беседовал с ним и его сотрудниками, кандидатами наук — Альбертом Алдерсоном и Ириной Казановской. Наблюдал, как они экспериментировали, копя материалы для широких теоретических обобщений.

Умственная активность, считает А. Крауклис, проявляется прежде всего в распознавании и решении проблем. Если человек с этим делом не справляется, если клубок проблем вовремя не распутывается, возникает внутренний конфликт, стрессовая ситуация. С этим отрицательным явлением нужно и можно бороться.

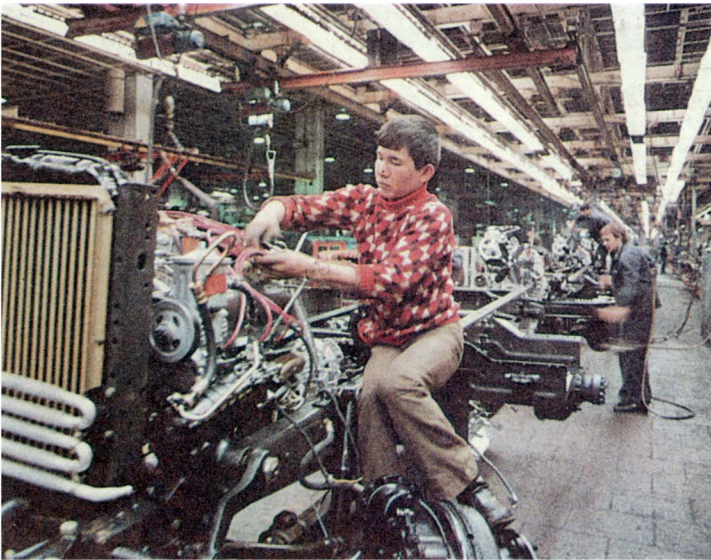
Причиной стресса может быть, в частности, то, что у людей с чрезмерной активностью левого полушария оно излишне перегружено. В то же время правое полушарие бездельничает, недогружено, заторможено. Как же устранить опасный крен? Как научиться управлять полушариями собственного мозга? Латышские исследователи предлагают ряд приемов.

Один из них — селективная церебральная электростимуляция. Воздействие электрическими импульсами не на две, как это обычно делалось прежде, а на одну определенную половину мозга. Несколько сеансов (используется серийно выпускающийся аппарат «Электросон-4Т») — и к человеку возвращается сон, душевное равновесие,





*1-й Московский  
часовой завод,  
конвейер по  
сборке часов.*



*Главный конвейер  
сборки грузовых  
автомобилей ЗИЛ-130.*

работоспособность. Разработка этого метода велась в кабинете электросна 7-й клинической больницы Риги. После того как экспресс-методом установлены функциональные особенности полушарий мозга у пациента, выбирается наилучший вариант размещения электродов, что значительно усиливает терапевтический эффект, уменьшает

число и продолжительность сеансов.

Подобным профилактическим процедурам полезно периодически подвергать не только больных, но и представителей напряженных профессий — диспетчеров, водителей больших автобусов, дизельных локомотивов (сеансы оптимизации работы мозга проводятся за час до

рейса или после него) и так далее.

Предлагают латыши и иные средства активного воздействия на полушария мозга — магнитную стимуляцию, использование (в дополнение к буквенно-цифровой) цветовой информации (при работе, скажем, операторов), музыкальные сеансы (активный отдых). Эти и другие меры способствуют скорейшей разгрузке нервной системы, выводу ее из стрессового состояния.

## СЕРВИС ПРОТИВ МОНОТОНИИ

Сию в глубоком, удобном кресле. На моей голове закреплены электроды с токопроводящей пастой. По доброй воле превратился в подопытного «кролика». И сейчас мне скажут, гоюсь ли для работы на конвейере или нет.

За моими реакциями следит не только экспериментатор, Ирина Александровна Казановская, но и ЭВМ. И бесстрастно высвечивает пары чисел. Они-то и взвешают все мои «за» и «против»...

Человек живет в вероятностном мире, мире шансов и возможностей, мире случайностей и неожиданностей. Поэтому основную часть своей сознательной жизни нам приходится отдавать прогнозированию. Опираясь на прошлый опыт, мы строим модели будущего, пытаемся предугадать грядущие события.

Оказывается, эти процессы идут не у всех людей одинаково. Опыты Казановской позволяют разделить людей на три типа.

Те, которые относятся к первому, стремятся всячески экономить свои усилия и умственную энергию (такие обычно едут на один и тот же курорт, предпочитают ходить на один и тот же пляж), стараются как можно быстрее перейти на автоматизированный режим работы, требующий минимальных затрат.

Второй тип — прямая противоположность первому. Он в вечной готовности, вечно начеку, хоть это и требует большого расхода душевных сил. Он отказывается от попыток непрерывного прогнозирования, от поиска стереотипов, так сказать, наезженной колеи, даже маловероятное событие не застанет его врасплох.

И наконец, тип третий — он наиболее ловок, способен пользоваться как стратегией первого типа, так и второго, быстро принарамливаясь к условиям обстановки.

Эта классификация людей, их деление на группы, позволяет вести профотбор, строить обучение тому или иному ремеслу, помогает каждому человеку найти свое место в нашем технизированном мире.

Бич современного производства — утомительное однообразие многих трудовых процессов. У рабочих на конвейере часто развивается состояние так называемой «монотонии», она ведет к дремоте, к возникновению ошибочных реакций, снижает производительность труда.

С монотонией пытаются бороться, но как? Стараются систематически менять место рабочего у конвейерной ленты, чередовать выполнение отдельных операций. Пробуют сделать так, чтобы рабочий монтировал не отдельные детали, а целые узлы машин или агрегатов. Пытаются даже заменить строго регламентированный общий ритм конвейера индивидуальным.

А. Крауклис считает эти меры неправильными. Ведь тут извращается сама идея конвейера, идея, сулящая высокую производительность и экономичность. Нет, полагает ученый, надо действовать иначе. Необходимо прежде всего:

найти и отобрать тех людей, которые способны работать на конвейере;

мобилизовать у допущенных к конвейеру их нервную систему,

активизировать механизм саморегуляции, чтобы человек сам активно боролся с монотонией, с ее нежелательными последствиями.

Исследования Крауклиса и его сотрудников дали много интересных результатов. Было, к примеру, установлено, что в условиях поточно-конвейерного производства, при длительном повторении стереотипных операций «сотрудничество» полушарий мозга у рабочего угнетено. При монотонной работе преимущественно действует правое полушарие, а активность левого снижена.

Больше всего от этого «перекося» страдает психика людей с высокой, от природы, асимметрией мозга. И успешность монотонной деятельности обратно пропорциональна степени этой асимметрии. Женщины, у которых (в среднем, конечно) асимметрия выражена менее, чем у мужчин, как правило, успешнее справляются с монотонной работой.

Рижские психофизиологи доказали еще, что самое эффективное средство в борьбе с монотонией — это добиться полноценной деятельности психики рабочего. Они рекомендуют на больших заводах и в крупных цехах создавать особую службу сервиса: организовывать специальные радиопередачи, музыкальные сеансы, рабочие паузы, а кроме того, менять темп движения ленты конвейера...

Конечно, работы рижан — лишь пролог к тому времени, когда че-

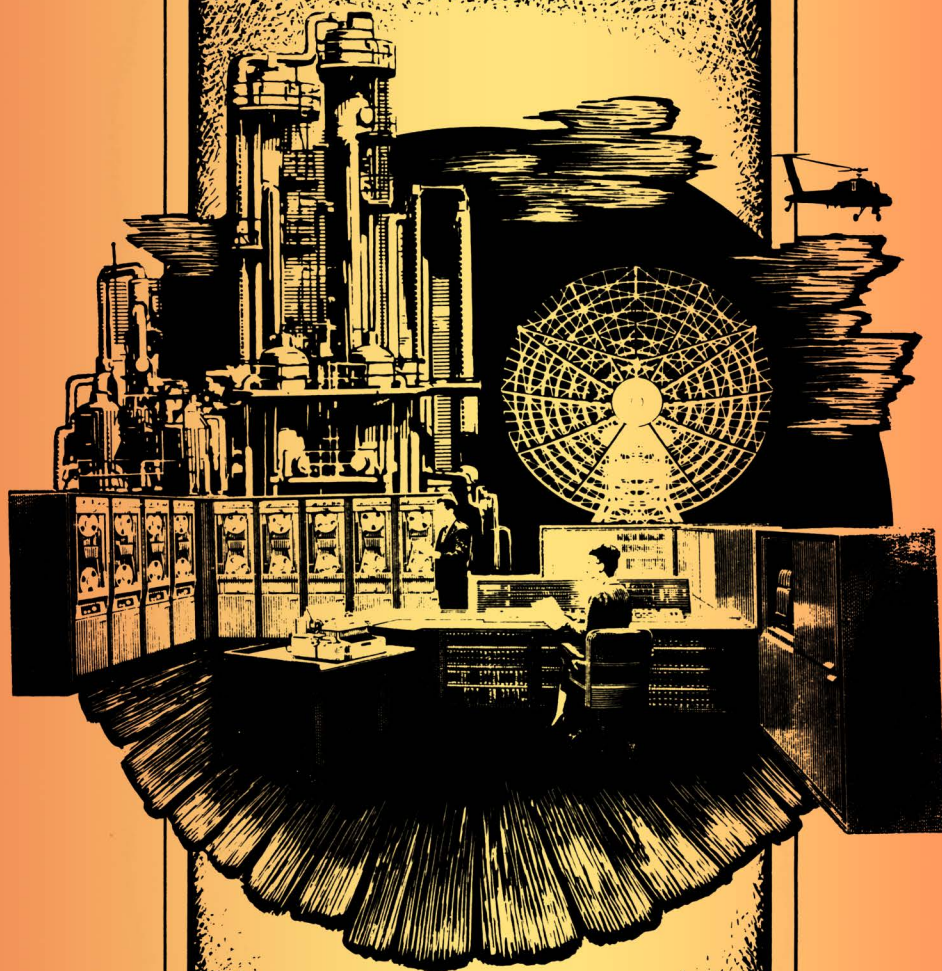
ловек действительно станет хозяином безграничных возможностей своего мозга, дирижером гигантского «хора», составленного из самых разных «голосов», которые и денно и нощно звучат в нашем сознании и подсознании.

Как это произойдет? Будут ли это особые таблетки? Или способы, сходные с медитацией (состояние расслабленного бодрствования и созерцательного погружения в поток собственных мыслей и ощущений; считается, что при этом дисгармония полушарий как бы сглаживается)? Пока это неясно. Но нет сомнения, что путь к этому блестящему будущему лежит через познание того, что есть мозг левый и что есть мозг правый.

В последних трех главах рассказывалось о новых открытиях ученых, изучающих человеческий мозг. Суггестология, эмоциональная память, асимметрия полушарий — все эти достижения науки о мозге обязательно помогут ЧЕЛОВЕКУ вершить дерзновенные дела. Однако жизнь идет вперед. НТР предъявляет к человеческому мозгу все более и более высокие требования. В следующей главе на примере одной из профессий (она становится все популярнее и массовее) мы убедимся: невооруженный мозг не всегда оказывается хозяином положения, не всегда владеет инициативой, не всегда подчиняет себе ход процессов и событий.



# Глава 5



●  
**ЧЕЛОВЕК  
У ПУЛЬТА**

*В бешенстве и неистовстве человечество билось с природой. Зубы сознания и железа вгрызались в материю и пережевывали ее. Безумие работы охватило человечество. Температура труда была доведена до предела — дальше уже шло разрушение тела, разрыв мускулов и сумасшествие.*

А. ПЛАТОНОВ. «ПОТОМКИ СОЛНЦА»

В редакцию популярного журнала пришло письмо. Его автор просил осветить на журнальных страницах «самостоятельную ценность тренированного мозга». Качества, по мнению адресанта, обеспечивающего «более полноценную и интересную жизнь и лучшее противостояние стрессовым ситуациям».

Тренированный, «мускулистый», если можно так выразиться, мозг в наши дни все более желателен: спрос на людей, обладающих столь ценным свойством, неудержимо растет. Но, пожалуй, более всего он необходим — да что там говорить, просто нужен до резезу! — тому, кого можно назвать оператором, человеком у пульта.

## КНОПОЧНАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ

В древности мощность орудий была соотносима с силой человека. Тогда каждый инструмент, захват, рукоять были как бы продолжением рук и ног, составляли с ними одно нераздельное целое.

Перемены начались, когда пришел окутанный паром, в лязге и грохоте, в угольной пыли XVIII век. Люди-карлики вынуждены были принаравливаясь к машинам-гигантам, к их чудовищным конструкциям и бешеному темпу. Человек, казалось, превращался в безличный придаток всевозможных устройств техники.

Но вот пришла вторая мировая война. Анализ ошибок дежурных на радарных станциях — «провалы» внимания, задержка реакций — заставил наконец обратить внимание

и на человеческий фактор. Авиа-катастрофы, гибель кораблей, столкновения автомашин, травмы на производстве... Неисчислимые потери несло общество из-за ошибок людей-операторов, управляющих машинами. Теперь уже характеристики машин необходимо было подгонять, приспосабливать к особенностям природы человека.

Однако в те годы тон задавали кибернетики, создатели первых «умных машин». «Эти беды — явление временное, — твердили они, — скоро будут созданы «заводы на замке», полностью автоматизированное производство, проблема «человек-машина» решится сама собой».

Увы, прогнозы эти не оправдались. Машинам без человека обойтись трудно. В этом легко убедиться: да, человек слаб, медлителен, быстро устает, у него нервы, он может сорваться, поддаться чувствам. Но и машина сильна не во всем. Она слепа, прямолинейна, не умеет исправлять ошибок, учиться и, главное, совершенно теряется в непредвиденных ситуациях, лишена интуиции, не способна мыслить творчески, нестандартно.

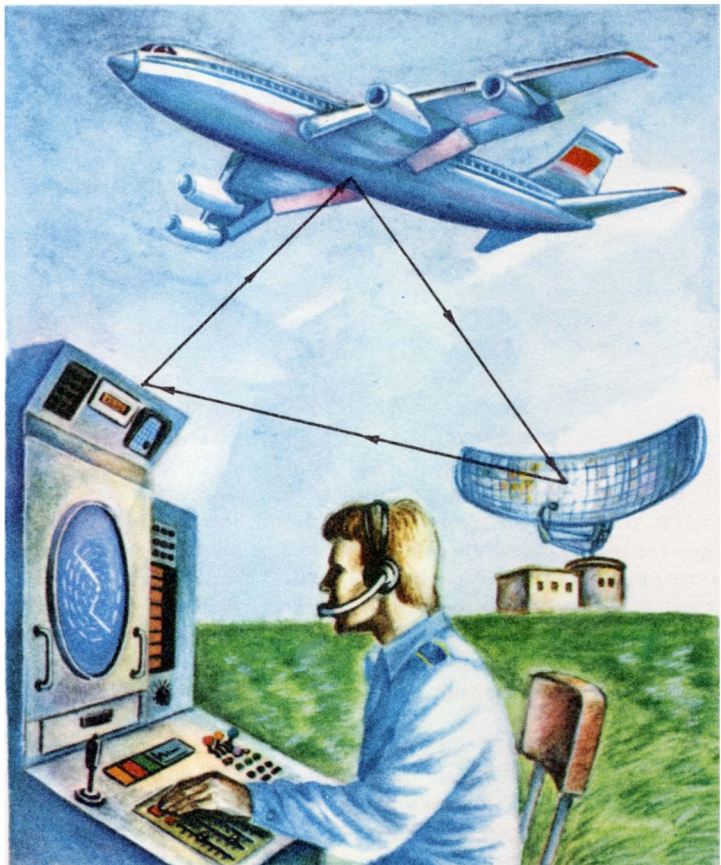
Не соперник, а сотрудник, не слуга, а хозяин, командир, решительный, инициативный, изобретательный — таким мыслится человек-оператор. Именно в этом «амплуа» он становится все более необходимым.

Число людей у пульта быстро растет. Это и управляющие полетом летчики — сегодня самолет так начинен автоматикой, в нем столько приборов, что пилот давно превратился в оператора: надо следить за режимом работы двигателей, контролировать расход топлива, пользоваться локационной аппаратурой, отмечать время полета, держать связь с землей. Операторами стали машинисты сверхскоростных экспрессов, пользующихся сложной электронной системой наблюдения за дорогой, и даже трактори-





*Пульт управления  
животноводческим  
комплексом колхоза  
«Адажи» (Латвия).  
Телевизионные  
установки  
позволяют видеть  
все процессы  
ухода за животными.*

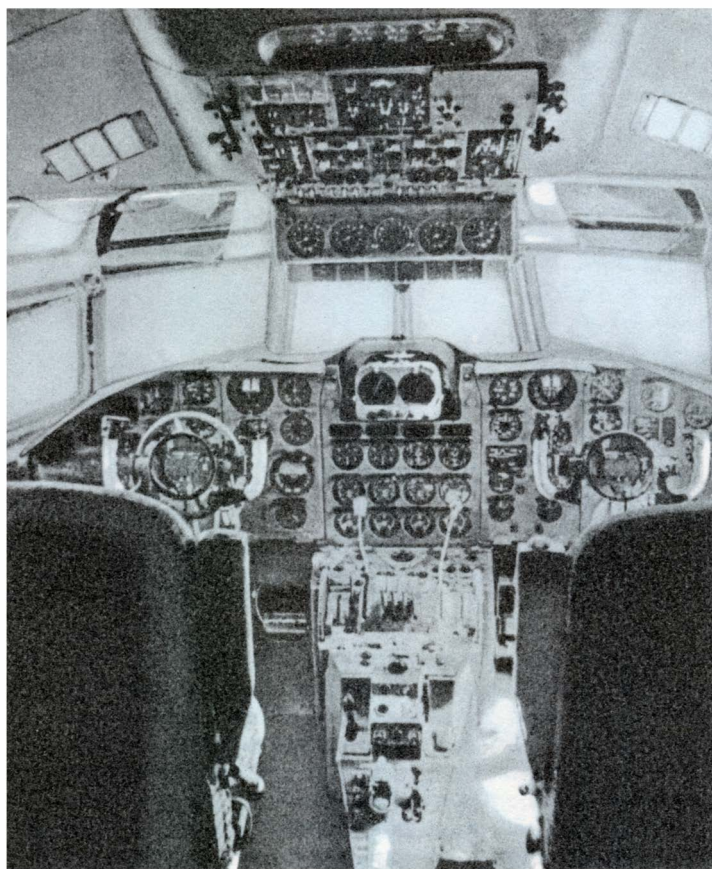


*Человек-оператор  
ведет самолет  
с помощью локатора.*

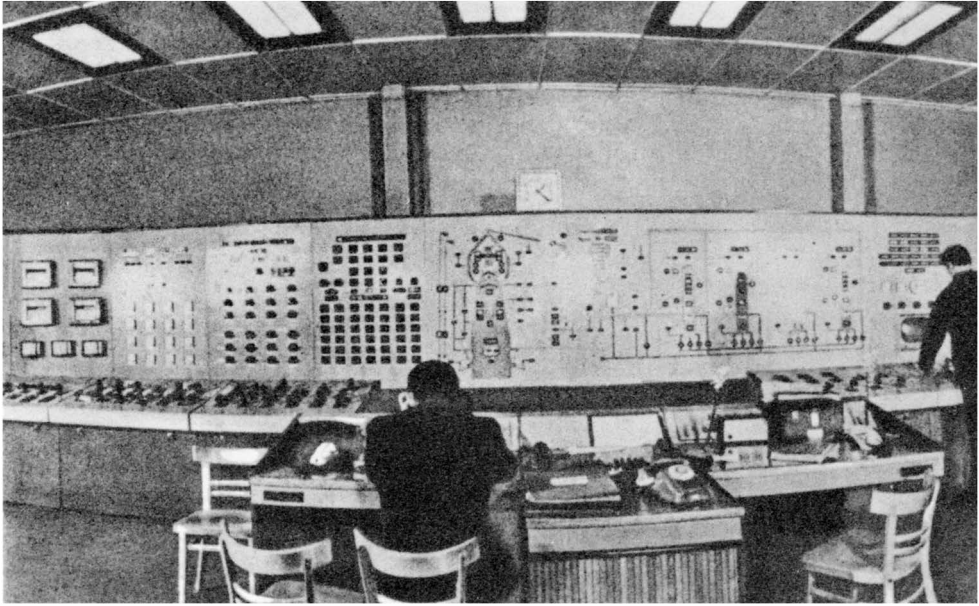




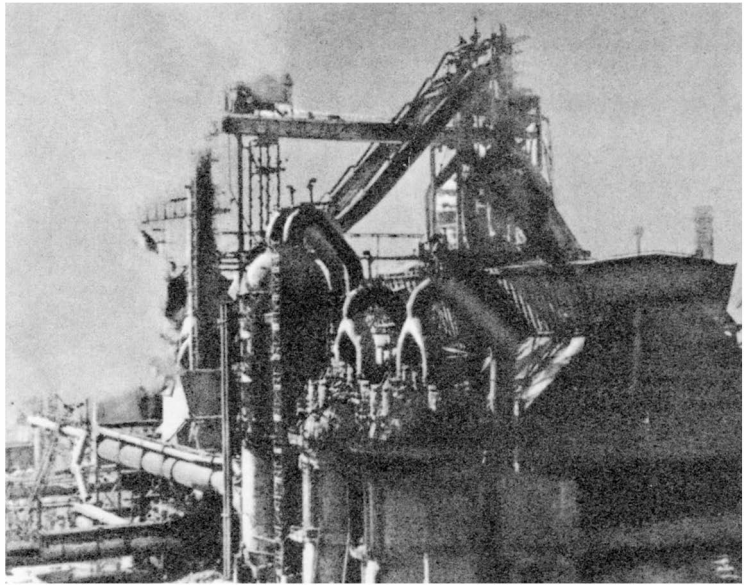
*Оператор у пульта поста управления энергетическим блоком на ТЭЦ-21 в Москве. Форма и цвет информационной панели и пульта, компоновка приборов и сигнальных лампочек — все продумали и проверили в экспериментах инженерные психологи.*



*Пилотская кабина самолета ИЛ-62.*



*Домна-гигант  
на Череповецком  
металлургическом  
комбинате (внизу)  
и пульт управления ею  
(вверху).*



сты: к примеру, в кабине трактора Т-330, кроме двух рычагов, есть еще и пульт управления с россыпью кнопок.

И режиссера телевидения можно считать человеком у пульта. Перед ним несколько экранов, микрофоны связывают его с помощ-

никами, осветителями, с техническими работниками, с операторами у телекамер, установленных, допустим, в концертном зале. Манипулировать всей этой аппаратурой надо быстро, многие передачи сразу же идут в эфир.

Оператор — все более заметная



фигура в современной армии. Он числится в штатном расписании не только в авиации, но и на кораблях. Есть операторы и в пехоте. И конечно же, без них немыслимы новейшие рода войск, особенно ракетные.

Перечень операторов длинен — от космонавтов до повелителей каруселей в парках отдыха. По существу, операторами можно назвать сталеваров, машинистов вращающихся печей, аппаратчиков химических предприятий. Операторы управляют атомными станциями, домнами-гигантами. Они сидят на диспетчерских постах аэропортов (таких специалистов готовит Академия гражданской авиации), железнодорожных станций, энергетических систем, металлургических цехов.

Операторы ныне работают всюду — на суше, на море, в воздухе, под водой, под землей, даже в безвоздушном пространстве. Их число достигло сотен тысяч, а может, уже измеряется миллионами. Прошла какая-то четверть века, а мы и не заметили, как «кнопочная цивилизация» перекочевала из фантастики в реальность нашей жизни.

## ЦЕНА ОШИБКИ

Операторам не повезло. Становление этой профессии шло стихийно и столь стремительно, что кинематографисты, писатели, художники как-то проглядели человека, вглядывающегося в сонм приборов. Мало полотен, романов, кинокартин, героем которых стал бы человек у пульта. А ведь есть о чем рассказать!

Вот наш герой сидит в специальном помещении (оно может быть и тесной комнаткой, и отсеком, а порой превращается и в машину размерами со спортивный зал, где работают уже целые коллективы операторов). Перед оператором — дугообразный стол, на нем — ряды

переключателей, шеренги кнопок и наборных дисков, телефоны, рабочие журналы. Это пульт управления, звено, связывающее человека с машиной, АЭС, космическим кораблем.

Над пультом во всю стену (громадную, словно это панорама Бородинского сражения) расположен щит с приборами, лампочками, экранами. Сколько их! Всевозможные индикаторы, циферблаты, табло. Щит испещрен надписями, зигзагами указателей. В глаза бросается пестрая тарабарщина букв (латынь, кириллица), цифр (арабские, римские), каких-то значков. Но больше всего, пожалуй, на щите стрелок, дрожащих от возбуждения, повернутых во все стороны, и лампочек, мигающих, переливающихся многими цветами...

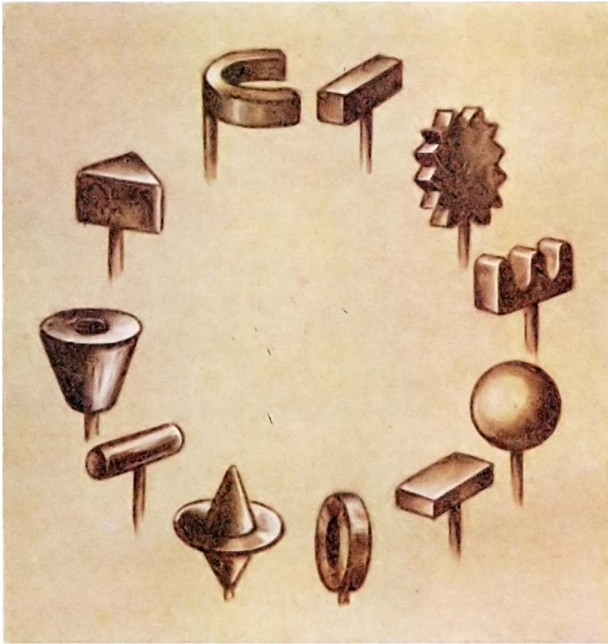
Как помочь оператору? Как сделать так, чтобы он свободно ориентировался в скопище данных, льющихся на него полноводной рекой? Как разумнее всего выложить «мозаику» пульта и щита? Этими вопросами занята особая наука — инженерная психология. Она объединила усилия психологов, физиологов, врачей, инженеров, математиков. Этот «интернациональный» коллектив интересуется любая «мелочь», связанная с работой человека у пульта. И какое должно быть расстояние между делениями на шкалах приборов, и какая форма стрелок и шрифтов (операторы путают тройку с девяткой — пришлось сочинить специальный шрифт для цифр и букв).

Инженерные психологи установили, что быстрее всего человек распознает цифры, хуже — буквы, еще хуже — геометрические фигуры, цвет оказался в этом списке на последнем месте. Установили, что наиболее важные для оператора аппараты необходимо расположить в центральной зоне пульта, периферия «читается» гораздо хуже. Придумали оригинальные формы рукояток: одни похожи на



$\pi \epsilon^{\kappa T}$ ,  $\kappa \square T^{\phi \psi \zeta}$   
 $\eta \Delta \eta^{\psi} \epsilon \Delta^{\#} \eta \Delta \eta$   
 $\eta a^{\pi} e^{\zeta} \Delta^m$   $\Delta^{\text{AT}}$   
 $\rho \Delta \zeta \eta^{\psi} \eta$   $\psi \rho \eta^{\phi} \Delta$ -  
 $M \eta^{\psi} \zeta$   $T \Delta^m$   
 $O \psi^{\epsilon}$   $\eta^{\psi}$   $\Delta^m$   $\rho \Delta^{\psi} \eta$   $O$

74



*Инженерные психологи придумали оригинальные формы рукояток — теперь оператор может найти необходимое даже с завязанными глазами!*

шляпку гриба, другие напоминают молоточки, шестеренки, трезубцы — оператор теперь сможет найти необходимое даже с завязанными глазами.

Много поработали ученые — анализировали, исследовали, экспериментировали, изобретали, — и все же и сейчас работа операторов ох как нелегка! И ныне не каждый годен для этого дела: приходится отбирать лучших из лучших. И это также одна из важных проблем.

Абсолютно одинаковы, утверждают физики, электроны или скажем, нейтроны. Можно изготовить и очень схожие машины. Но нет одинаковых людей. А в профессии оператора ориентация на среднестатистического человека — вещь опасная. Потому отбор такой же строгий и придирчивый, словно речь идет о летчиках или космонавтах. Не только отменное здоровье важно, а и то, чтобы кандидат обладал мозгом, способным выносить большие перегрузки.

Быстрая реакция, мгновенная

«переключаемость» внимания, умение координировать свои действия, «помехоустойчивость» (если бы командир выслушивал рапорты о каждом выстреле, он не смог бы управлять боем!), невозмутимость, деловитость (неплохо иметь и чувство юмора), цепкая память, зоркость орла, слух совы, выносливость, отличные волевые качества, острый ум, крепкие нервы, глубокие профессиональные знания, высокая общая культура (в частности, авиадиспетчерам знание нескольких иностранных языков пришлось бы очень кстати: сегодня Аэрофлот осуществляет регулярные рейсы почти в сто государств мира, и совершенное знание хотя бы английского языка необходимо), сознательность... — всеми этими и многими другими качествами должен обладать настоящий оператор.

В человеке у пульта необходимо собрать букет лучших свойств еще и потому, что уж слишком большую ответственность взваливает он на свои плечи, слишком велика цена его даже малейшей ошибки.

Комфортных условий у операторов не бывает. Ведь тут от эффективности, точности, надежности действий одного человека (а решения надо принимать быстро, не мешкая, времени для прикидок нет!) нередко зависит работа больших производственных комплексов. Промах оператора крупного металлургического стана или диспетчера объединенной энергетической системы может принести потери, оцениваемые в несколько миллионов рублей!

Ошибка рабочего-станочника приводит к порче детали, оплошность человека, управляющего автоматической линией, обернется сотней бракованных заготовок, а неверное решение пилота способно привести к гибели сотен пассажиров ведомого им самолета. Однако не только высокое чувство моральной ответственности, но и сам характер работы оператора заставляет его действовать на пределе своих сил и возможностей.

## ГЕРОЙ ЭПОХИ НТР

При слове «оператор» обычно представляешь себе молодых симпатичных людей в галстуках и белых халатах. Они весело болтают меж собой и временами, отвечая на подмигивание лампочек, «шаманят» с переключателями пульта управления.

Верно, для несведущего наблюдателя труд оператора может показаться делом пустячным. Обстановка обманчивая: удобные кресла, кондиционеры, масса света, все новенькое, сверкает и блестит. Но после смены — удивительно? — человек валится с ног от усталости.

И в армии сходная картина: оператор тут не роет окопов, не мокнет под дождем, не бежит в атаку через открытое поле, опутанное колючей проволокой, изрезанное рвами, не бросает гранат. И все же

«мудрому и спокойному командиру современной военной техники» приходится потяжелее, чем грузчику или переводчику-синхронисту.

Отчего так тяжела доля оператора? Причин тому множество. Прежде всего, очень велики информационные нагрузки: усвоить, быстро «переварить» океан данных не просто.

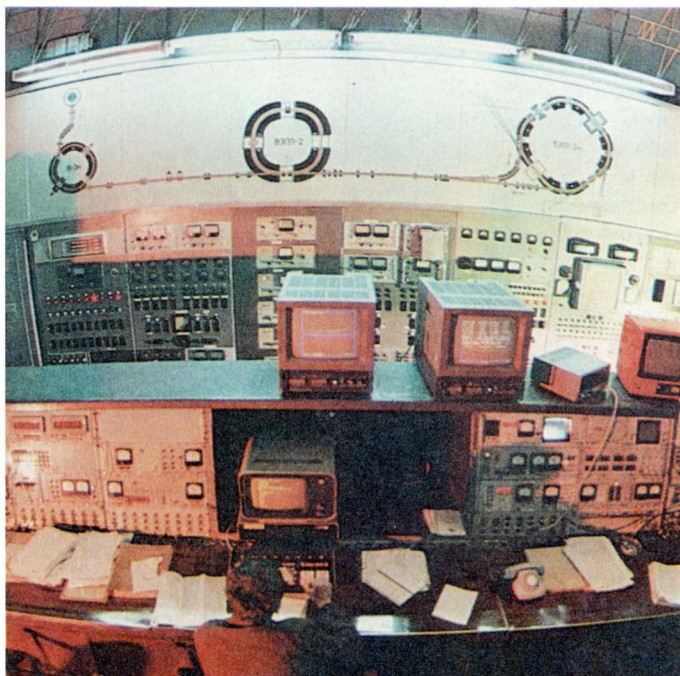
Полвека назад аппаратура у летчика состояла всего из компаса, указателя скорости да отвеса. Теперь же число советчиков пилота измеряется сотнями. А на атомно-энергетических объектах численность приборов достигла тысячных рубежей. И тем не менее среди всей этой оравы сигналов оператор должен еще и «не потерять картинку» — держать в своей голове целостное представление о происходящих событиях.

Другая трудность — объект управления все дальше уходит от оператора. Прежде, скажем, машинист дизеля по звуку выхлопа уверенно судил о том, перегрет двигатель или нет. В наше время вместо «живых» машин оператор имеет дело с их бесплотной тенью: бесстрастными показателями приборов, световыми табло, лентами самописцев. Прямое общение с машиной кануло в прошлое. Не видно вращающихся деталей, исчезли вибрации, шум. Их заменили отображения на экранах электронно-лучевых трубок, системы знаков, графики, диаграммы. И человек воспринимает уже не сам процесс, а его информационную модель — расшифровывать, декодировать символы становится все тяжелее.

Мешает работе оператора и то, что порой ему приходится действовать в необычных условиях. Примеры? Слепой полет летчика или действия космонавта в условиях невесомости. У человека может нарушиться восприятие пространства, возникнуть необычные иллюзии, измениться координация движений.

И все же главный бич операторо-





*Пульт управления  
синхрофазотроном  
в лаборатории  
высоких энергий  
(Объединенный институт  
ядерных исследований,  
подмосковный  
город ученых Дубна.)*

*Институт  
ядерной физики  
(Новосибирский  
научный центр).  
Пульт управления  
ускорительно-  
накопительного  
комплекса ВЭПП-2М  
со встречными пучками  
частиц.*

ров — катастрофическая нехватка времени. Темп работы порой непомерно высок. Так, при формировании железнодорожных составов на

сортировочной горке сидящий неотлучно рядом с ЭВМ человек должен на своем пульте совершать каждую секунду 2—3 переключе-

ния. Действовать по-иному он не может: даже полусекундное промедление вызовет крушение!

Стрессовые ситуации, острый дефицит времени, действия в условиях, когда, по выражению полководца А. В. Суворова, «деньги дороги, жизнь человеческая еще дороже, а время дороже всего», — это и есть будни оператора. К чему это приводит? После нескольких часов работы у пульта давление у телережиссера подскакивает со 120 до 160.

Другой пример — дозаправка в воздухе самолета топливом. Летчику приходится выполнять сразу два дела: пилотировать самолет и заправляться, а это непросто. У пилота поднимается температура, частота пульса увеличивается до 200 ударов в минуту, лоб покрывается капельками пота, количество аскорбиновой кислоты, выводимой из организма, увеличивается в 30 раз. Человек на грани нервного срыва.

Очень сложна и работа операторов на АЭС. Человек, находящийся у щита управления одним из блоков атомной станции, должен обеспечить: общую ядерную и радиационную безопасность, бесперебойную выработку электрической энергии, нормальное ее качество, выполнение диспетчерского графика нагрузки, максимальную экономичность работы установки. Особенно трудно приходится оператору в аварийной обстановке. Его давит сознание, что последствия аварии на АЭС по тяжести — все это отчетливо продемонстрировали печальные события в Чернобыле — не сравнимы ни с какой другой. И вот в этот-то тяжелейший момент перед оператором на информационной панели возникает несколько сотен (!) тревожных сигналов...

Нет, легкость работы оператора — этого настоящего героя эпохи НТР — только кажущаяся. И долго выдерживать такие психофизические нагрузки трудно. К 40—45 годам (мнение психологов) у боль-

шинства диспетчеров наступает критический возраст, их, накопивших столько опыта и умения, необходимо отстранять от работы, переводить на должности, требующие меньшего напряжения.

А темпы и нагрузки с каждым годом все растут. К примеру, количество приборов в кабине самолета за последние 30 лет увеличилось в 10 раз, а время, отводимое на выполнение отдельных операций, сократилось в 5—7 раз (пилот самолета обязан успеть определить положение самолета в условиях видимости земли и дать ему команду за 1—2 секунды!). Немудрено, что в подобных условиях даже простое нажатие на «кнопки» перестает быть занятием увлекательным и необременительным.

По мнению специалистов, судьба операторов становится болезнью века. Возможности людей велики, но не безграничны. Какие бы резервы не таились в человеке, ориентироваться только на них было бы и негуманно и неосмотрительно. Так оператор как бы оказался у последней черты.

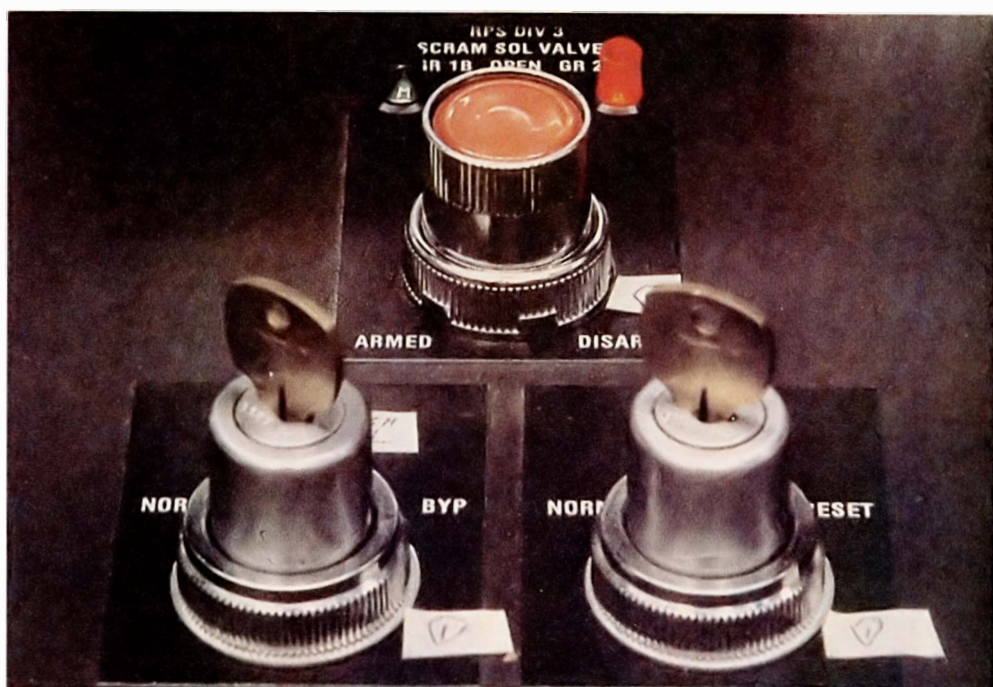
## КОЕ-ЧТО О РЕКОРДАХ

Внимательный читатель может рассудить так: «Да, оператору нелегко. Но это — особая профессия, она не для слабых. Остальная же часть человечества может жить спокойно, ей не надо трудиться столь напряженно и самоотверженно...»

И вот тут-то дорогой читатель и ошибается. Нагрузки на мозг, растущие с каждым годом, требования к нему «задевают» нас всех. Здесь никто не «обижен», каждый ощущает, что его подхватил и несет бурный поток научно-технического прогресса, что теперь надо быстрее реагировать, четче рассуждать, ответственнее принимать решения — словом, надо «умственно торопиться».

Представление о том, что мозг





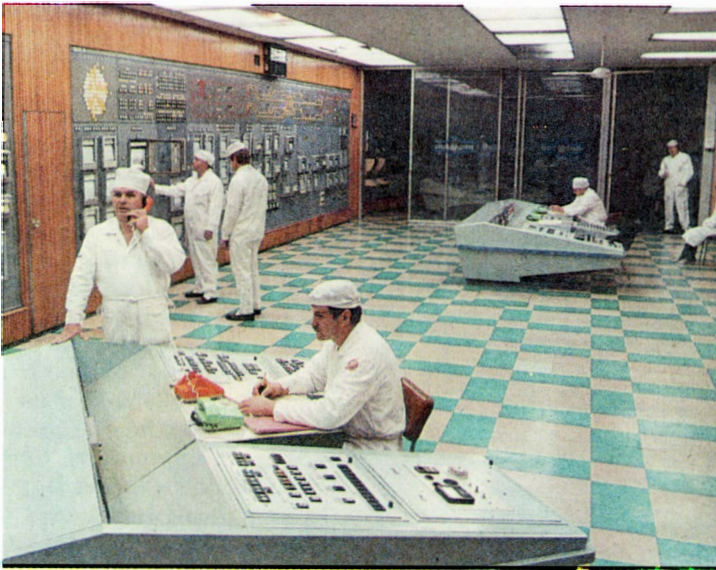
С помощью этих «кнопок» на панели тренажера АЭС проходящий стажировку оператор может «остановить» энергоустановку во время имитации аварии (из журнала «Америка»).

Тренажер атомной электростанции Пери (штат Огайо, США) дублирует систему управления, требующую минимального вмешательства человека-оператора (из журнала «Америка»).





*Центр управления полетом. Десятки операторов следят за полетом пилотируемого комплекса «Мир», за работой космонавтов Владимира Титова и Мусы Манарова.*



*Дмитровград. Научно-исследовательский институт атомных реакторов имени В. И. Ленина. В зале управления реактором на быстрых нейтронах — «Бор-60».*

человека все чаще пасует перед трудностями, слишком важно. Продолжим этот разговор. Прежде всего отметим естественную (физиологического характера) ограниченность сил мозга. Ну, к примеру, задумаемся, как долго человек может не спать?

В США, где так любят регистрировать и обсуждать всякие диковинные рекорды, и эту проблему

не оставили без внимания. Один 17-летний американский паренек бодрствовал 264 часа! Чтобы не заснуть, он без конца становился то под холодный, то под горячий душ. Но в конце концов его мысли стали путаться, обнаружились провалы в памяти, он начал запинаться и заикаться, временами терял равновесие.

На одиннадцатый день Ранди

Гарднер, так звали юношу, заснул, и сотрудники военно-морского госпиталя, что в Сан-Диего, бросились прикреплять к его телу 19 датчиков, чтобы зарегистрировать все реакции его организма.

Спал Ранди 14 часов 43 минуты. «Мне кажется, что я проспал 70 дней», — заявил новый рекордсмен.

Когда знакомишься с подобными достижениями, удивляешься: всякое тут можно встретить (кто-то рекордно долго мерз при биологически недопустимых температурах, но затем чувствовал себя как ни в чем не бывало, кто-то без скафандра просидел под водой четверть часа и так далее), но вот рекордов умственной работы что-то не видно. В чем дело? Видимо, в трудности фиксации подобных достижений. Ведь пока ничего не слышно о ваттах мышления, о килограммометрах, затраченных, скажем, на решение арифметических задач.

Не слышно... Иначе математикам давно бы говорили: «Доказательство этой теоремы должно отнять у вас столько-то часов, а потому оплачивать работу вашей головы мы будем из расчета... рублей за час. Если эти условия вам подходят, беритесь за дело».

Нет, интуитивно мы, конечно, чувствуем, что одно задание требует огромных умственных трат, другое — пустячных. Верно. Но точно оценивать эти усилия пока не умеем. Разве что на глазок.

Интересно в этой связи (воспоминания А. В. Луначарского) то, что Владимир Ильич Ленин любил говорить о «физической силе мозга» Г. В. Плеханова (1856—1918), теоретика и пропагандиста марксизма в России.

Луначарский (1875—1933), нарком просвещения молодой Советской Республики, писал: «...я сам слышал от него (В. И. Ленина.— Ю.Ч.) несколько раз эту фразу и сначала не совсем понял ее. Для меня теперь ясно, что так же, как

возможен физически сильный человек, который попросту может побороть вас, побороть бесспорно, положить на обе лопатки, может быть и физически сильный ум, при столкновении с которым вы почувствуете ту же непреодолимую мощь, которая подчиняет вас себе... Физическая сила мозга Ленина, — добавляет Луначарский (он долгие годы вынашивал мечту: написать книгу воспоминаний о Ленине), — превышала физическую силу мозга Плеханова».

Сила мозга. А нужно ли о ней говорить? Ведь ее проявления редки: чаще бросается в глаза слабость нашего органа мышления. Это только кажется, что все нервные клетки заняты выработкой и чеканкой мысли. На деле, считают физиологи, лишь малая часть нейронов имеет к этому отношение.

Головной мозг по весу составляет всего 2% от веса человеческого тела, однако, в сущности, весь организм работает на этот орган, стремясь обеспечить его всем необходимым. Казалось бы, при таком повышенном внимании мозг должен работать, как заведенные часы, без малейших перебоев. Не тут-то было! Даже незначительные отклонения биохимических или физиологических параметров легко разлаживают его работу.

Чуть снизился уровень глюкозы в крови, чуть меньше поступило в мозг кислорода, чуть больше шлаков и токсических веществ образовалось в нейронах и синапсах и... сразу же резко снижается продуктивность умственного труда. А если нелады, нарушения в обмене веществ более значительны, работоспособность мозга может и вовсе упасть до нуля.

## С КПД НЕ БОЛЕЕ ПАРОВОЗНОГО

Существуют естественные и непреодолимые пределы усвоения знаний, полноценного владения ими.

Наш «сахарный котел» (намек на то, что мозг питается глюкозой) имеет строго ограниченные возможности, считают некоторые ученые.

Все чаще можно прочесть заявления вроде того, что появилось однажды в воскресном выпуске газеты «Нью-Йорк таймс». Там сообщалось: «Профессор психологии Гарвардского университета предупреждает, что к 2000 году возможности человеческого мозга воспринимать информацию могут оказаться исчерпанными... Быть может, наименее способные из нас,—говорится далее,—в каком-то смысле уже близки к этому пределу, потребность же в тех, кто все еще в состоянии справляться с современным уровнем сложности, все время увеличивается».

А кибернетики пока пытаются подсчитать, на что способен не только человеческий мозг, но и вообще мыслящая материя, какова бы ни была ее конкретная организация. Разумные существа не человеческой природы? На этот счет имеется интересное высказывание известного математика академика А. Н. Колмогорова. Он категорически не согласен с писателем-фантастом И. А. Ефремовым, будто бы «все совершенное похоже друг на друга». Поэтому-де у высокоорганизованных существ обязательно должны быть два глаза и нос, хотя, может быть, и несколько другой формы. «В век космонавтики,—писал А. Н. Колмогоров,—нам, возможно, придется столкнуться с другими живыми существами, весьма высокоорганизованными и в то же время совершенно на нас непохожими... Почему бы, например, высокоорганизованному созданию не иметь вид тонкой пленки-плесени, распластанной на камнях?..»

Кибернетики строго доказали, что никакая мыслящая система, а значит, и мозг человека, не способна обрабатывать информации больше, чем  $1,6 \cdot 10^{47}$  бит/грамм · сек.

Другими словами, один грамм мыслящей материи не способен «переварить» за единицу времени больше, чем  $10^{47}$  битов (бит — мельчайший «атом» сведений, простейший выбор между «да» и «нет»).

$10^{47}$  — грандиозное число, но это все же предел! К тому же жизненные человеческие показатели должны быть, конечно, неизмеримо меньшими. Возьмем тех же операторов. Когда их подвергли многочисленным испытаниям, выяснилось: каждый способен (подобные испытания любой из нас может провести на себе) повторить из показанных ему на специальных таблицах всего девять двоичных — последовательности из нулей и единиц — или восемь десятичных цифр, не более семи букв или пяти односложных слогов.

Диспетчер аэропорта не в состоянии осмыслить сообщаемые ему сведения, если скорость их поступления превышает 45 битов в минуту.

Не столь сильны мы и в распознавании образов, хотя считается, что это — в сравнении с компьютерами — сильнейшая наша сторона. Мозг может тут оперировать лишь с небольшим числом признаков, не больше десяти. Имеется «барьер числа признаков».

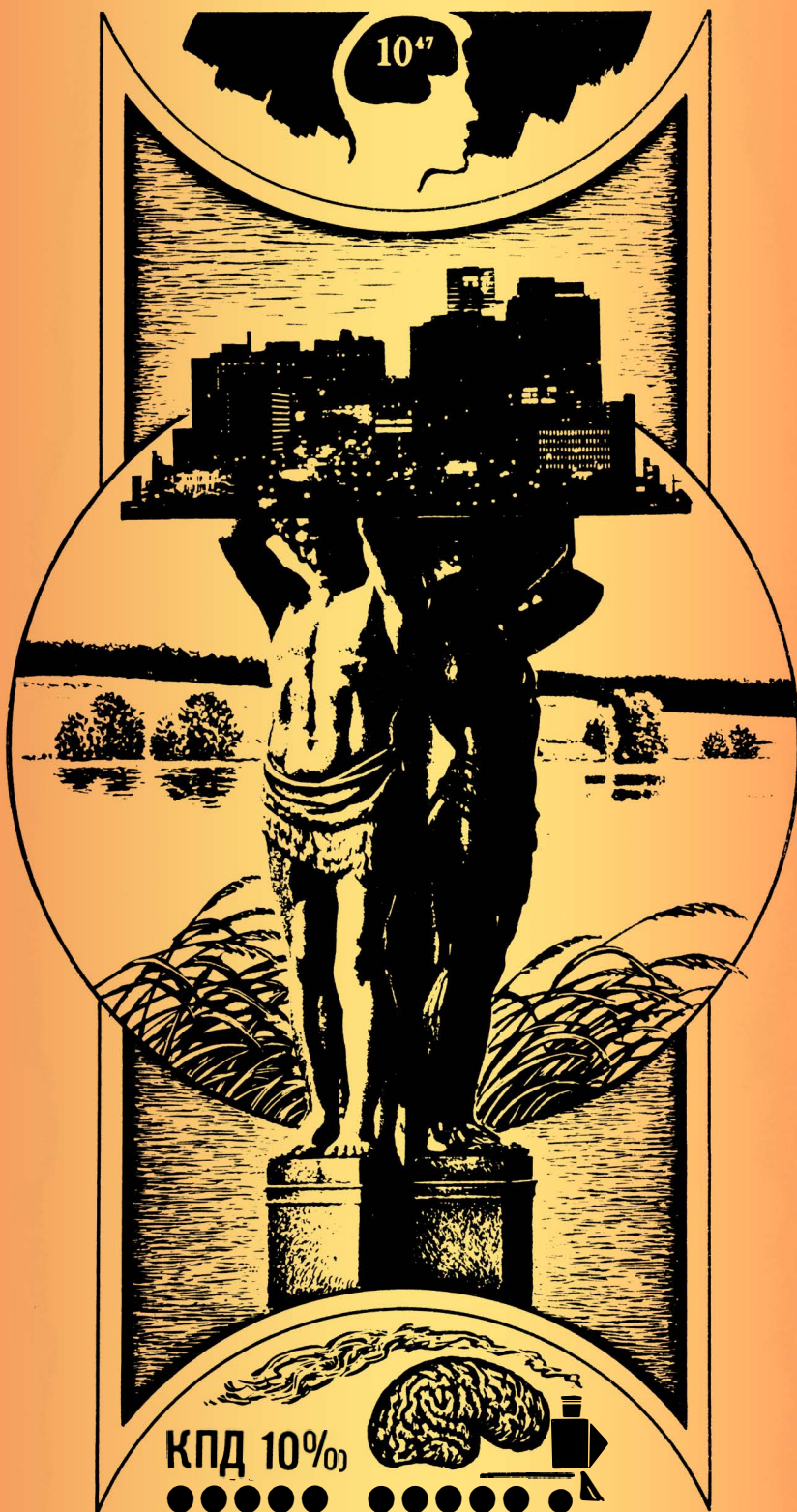
КПД (коэффициент полезного действия) мозга, по мнению некоторых исследователей, вряд ли более паровозного (не выше 10 процентов). А потому необходимо пересмотреть свое несколько эйфорическое отношение к человеку как к «венцу природы»...

Однако дела не ждут, откладывать их нельзя. Жизнь ставит все более сложные задачи, требует все более значительных умственных усилий. Поэтому все чаще возникает необходимость ответить: на что же мы все-таки способны?

В одном из своих выступлений академик Н. П. Бехтерева рассуждала о том, какие системы мозга наиболее уязвимы — более позд-



10<sup>47</sup>



КПД 10%



ние, обеспечивающие интеллектуальную деятельность (кора головного мозга), или более древние, ответственные за эмоциональные проявления. Вот ее слова, они очень интересны:

«Сдаст ли первой эмоциональная система и повлечет ли это за собой «крах» возможностей теснейшим образом с ней связанной системы, обеспечивающей интеллектуальную деятельность? Или, наоборот, временно выйдя из строя, поломка системы обеспечения эмоций защитит интеллектуальные функции мозга от перегрузок? Надо ли «обезвреживать», подавлять эмоциональную систему и тем самым предположительно открывать простор интеллекту? Или стоит прислушаться к сигналам бедствия этого «предохранительного клапана»?..»

## КИБОРГИЗАЦИЯ!

Как же быть? Как взнудать взбесившуюся технику? Как добиться того, чтобы по-прежнему оставаться ее хозяином? Может быть, превратиться в киборга — человека космической эры?

Киборг — это человеческий мозг плюс механическое тело, это технически усовершенствованный человек, способный жить в любой среде. В космосе киборг может обойтись без скафандра и корабля, в океанских пучинах он будет чувствовать себя как рыба в воде.

Киборга можно наделить способностью воспринимать ультразвук, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи и противостоять самым различным видам ядерной радиации. Без телевизора и приемника он сможет наслаждаться радио- и теплепередачами, будет видеть в темноте гораздо лучше, чем, например, змея.

Киборгизация? Она не столь уж и фантастична, как может показаться на первый взгляд. Во-первых,

отметим, что классического ЧЕЛОВЕКА, времен и мерок, скажем, Леонардо да Винчи, давно не существует. Мы, хотим того или нет, непрерывно изменяемся, хотя, может быть, формы и размеры черепа, длина рук и ног остаются фактически прежними. И размеры, температуры этих метаморфоз все увеличиваются.

А во-вторых, киборгизация практически начата. Ведь уже сейчас в организм человека медики вживляют водители ритма сердца, они также предпринимают попытки протезировать сердце, кровеносные сосуды, трахею, пищевод, заменяют суставы, сухожилия. Миллионы людей в мире уже имеют в своем теле те или иные протезы органов. (Поговаривают уже и о пересадке мозга?!)

И все же прямолинейная киборгизация вряд ли поможет делу. Мы забыли про мозг, про его слаботи! Но если наделить киборга еще и искусственным мозгом, то это уже будет робот. А нам необходим человек. Поэтому лучше вести киборгизацию, так сказать, с другого конца. Вести синтез «естественного» и «искусственного» по-иному.

Речь тут идет о том, чтобы «замкнуть накоротко» человеческий мозг и мозг электронный, чтобы создать своеобразный симбиоз электронной техники и живого организма, симбиоз, неимоверно усиливающий возможности человеческого мозга. О таких невиданных прежде возможностях писал и говорил академик В. М. Глушков. Он называл такие системы «нейроэлектронными».

«Суть их в том,— писал Глушков,— что ЭВМ сперва анализирует состояние организма, а затем посылает в мозг управляющие сигналы через наложенные на голову электроды или воздействует ультразвуком, электромагнитным излучением. С помощью таких систем можно будет не только предотвращать или снимать утомление, стресс, но и

как бы «начинять» компьютер всей информацией, скопленной мозгом... Представьте себе: инженеры, конструкторы, люди всех творческих профессий (и операторы! — Ю.Ч.) увеличат мощность и объем своего мозга в миллионы раз! Разграничить мышление человека и действие компьютера станет невозможно да и не нужно. Машина сможет продолжить работу человеческого мозга...»

## КАТАЛИЗАТОР ПРОГРЕССА

Так кто же кем будет управлять? Человек машинами? Или машины (вычислительные) человеком? Как в будущем сложатся их непростые отношения? Всего этого автор книги не знает. Совершенно ясно лишь одно: в будущее нельзя шагать, не заручившись помощью, поддержкой компьютеров. Человечество подошло к такому этапу, когда без электронных помощников не обойтись.

Здесь полезно вспомнить прошлое. Начало пути Человека. Считается, что наши обезьяноподобные предки когда-то жили в верхних ярусах тропических лесов, где они почти не имели врагов. И лишь когда леса стали уступать место саванне, ситуация сделалась враждебной. Решить этот кризис перволюди смогли, вооружившись интеллектом, — животные превратились в людей.

Видимо, и ныне наступил тот критический момент, когда человек вынужден — возможно, других путей и нет! — свой природный ум усилить разумом искусственным. Средством гибким, способным увеличить мыслительные силы человека в любое необходимое число раз.

Итак, компьютер. Дружба с ним. Она началась не вчера. Напомним, что первые ЭВМ были изобретены как раз в связи с ограниченностью реакций человека. К началу второй мировой войны самолеты стали так же проворны, как и охотящиеся за ними снаряды зениток. Поражать цель надо было за считанные

секунды, разум человека решить такую сложную баллистическую задачу никак не мог, требовалась помощь вычислительных автоматов.

И она пришла. Как раз вовремя! Так же, как в нужный час появились дифференциальное исчисление, двигатель внутреннего сгорания, бензиновый мотор, столь необходимый аэроплану. И сейчас, осознав хрупкость, уязвимость собственного мозга, его ограниченность, оценив острую необходимость укрепления его сил, человек собирается усилить свой ум такими техническими средствами, которые способны беспредельно совершенствоваться. А стало быть, обручившийся с компьютером человек сможет угнаться за изменчивым, быстро эволюционирующим миром Вещей и Машин.

Эра всеохватывающей компьютеризации началась и в нашей стране. «Катализатором прогресса» называл М. С. Горбачев микроэлектроннику, вычислительную технику и приборостроение, всю индустрию информатики. У нас в стране объявлен компьютерный всеобуч, в школах уже начинают вводить преподавание информатики, понимание ее основ, а умение общаться с ЭВМ станет вскоре своего рода «второй» грамотностью каждого образованного советского человека.

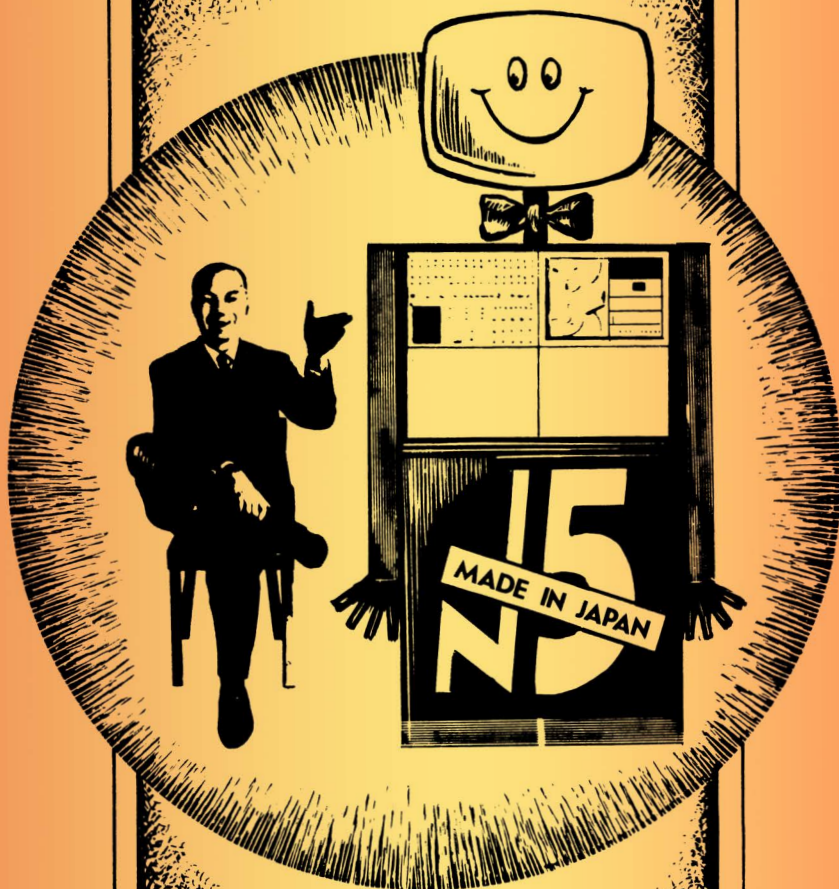
Во многих странах для школьников открыты «компьютерные лагеря», где они во время летних каникул, отдыхая, могут попутно знакомиться с электроникой, слушать «компьютерные курсы». Такие лагеря есть и у нас. К примеру, в 1987 году Всесоюзный компьютерный лагерь обосновался в городе Переславле-Залесском на базе Института программных систем АН СССР.

Разглядеть точные контуры будущего сквозь туман даже ближайших десятилетий — дело нелегкое. Но верится, что вскоре Человек с компьютером в руках устремится вперед семимильными шагами. Помчится с эпохой наперегонки!



# Глава

6



ЭВМ:  
ЧЕРЕДА  
ПОКОЛЕНИЙ

— И твое имя тут есть? — спросил государь.

— Никак нет, — отвечает левша, — моего одного и нет.

— Почему же?

— А потому, — говорит, — что я мельче этих подковок работал: я гвоздики выковывал, которыми подковки забиты, — там уже никакой мелкоскоп взять не может.

Н. С. ЛЕСКОВ. ЛЕВША (СКАЗ О ТУЛЬСКОМ КОСОМ ЛЕВШЕ И О СТАЛЬНОЙ БЛОХЕ)

В октябре 1981 года в мире микроэлектроники произошло значительное событие. На конференции в Токио была впервые обнародована — она позднее получила неофициальное название «Японский вызов» — десятилетняя программа научно-технических работ. Ее главной целью было: создать к началу 90-х годов компьютеры пятого поколения, имеющие быстродействие 100 миллиардов операций в секунду против 100 миллионов, характеризующих машины четвертого поколения.

Это сообщение взбудоражило умы. В США, в странах Европы, в нашей стране были приняты ответные меры, перед разработчиками новых типов ЭВМ были поставлены еще более серьезные задачи. Весь мир дружно и враз заговорил о компьютерах пятого поколения. Почему?

Потому что японцы надеются, что их машины приобретут способность «слушать», «понимать» устную разговорную речь, «говорить» с людьми и «отвечать» на вопросы, изложенные простым языком. Они смогут мгновенно переводить с одного языка на другой, им будут доступны «видение» и «понимание» смысла визуальной информации — карт, фотографий, печатного и рукописного материала. Они смогут самостоятельно разыскивать нужную человеку информацию, затерянную в хранилищах знаний, наконец, они смогут делать логические заключения, обосновывать свои решения, строить гипотезы и даже учиться.

Это, видимо, будет первое поколение по-настоящему «разумных» компьютеров.

## ЭНИАК, ЗАПОЗДАВШИЙ И СВОЕВРЕМЕННЫЙ

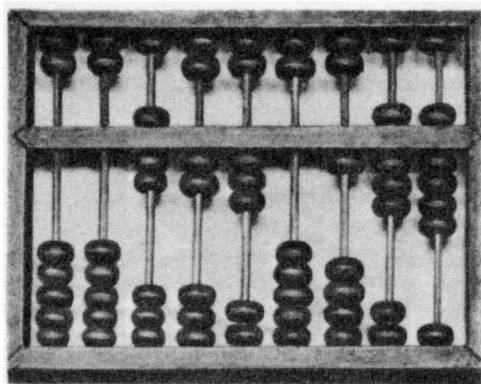
Рассказ о компьютерах, их истории можно было бы начать многими способами. И с доисторических далей — с первых арифметических упражнений людей на счетах (их называли суан-пан в Древнем Китае, абак — в Древней Греции), — и с эпохи механических счетных устройств (машины Паскаля, Лейбница, Беббиджа). Но, нам кажется, лучше вести отсчет значимых дат с 1943 года, от того момента, когда взялись наконец строить первую электронную вычислительную машину.

Шла вторая мировая война. Надо было спешно создать устройства для расчета баллистических таблиц, что облегчило бы стрельбу по самолетам и бомбометание.

Работа велась в США, в Пенсильванском университете, в обстановке чрезвычайной секретности. 10 инженеров, 200 техников и большое число рабочих день и ночь трудились над проектом, получившим название «Электронного цифрового интегратора и вычислителя», по-английски это пишется так: Electronics Numerical Integrator and Computer, сокращенно по первым буквам ENIAC или по-русски ЭНИАК. Добавим еще, что последнее слово в названии — computer (компьютер) — прижилось и стало синонимом, вторым именем для любой ЭВМ.

Ну и чудище было создано! Весила первая ЭВМ 30 тонн. А площадь занимала чуть ли не 150 квадратных метров.

На старых фотографиях можно увидеть громадный зал. Его стены сплошь уставлены какими-то шкафами — это и есть ЭНИАК. Кое-где тянутся кабели с проводами. Шка-

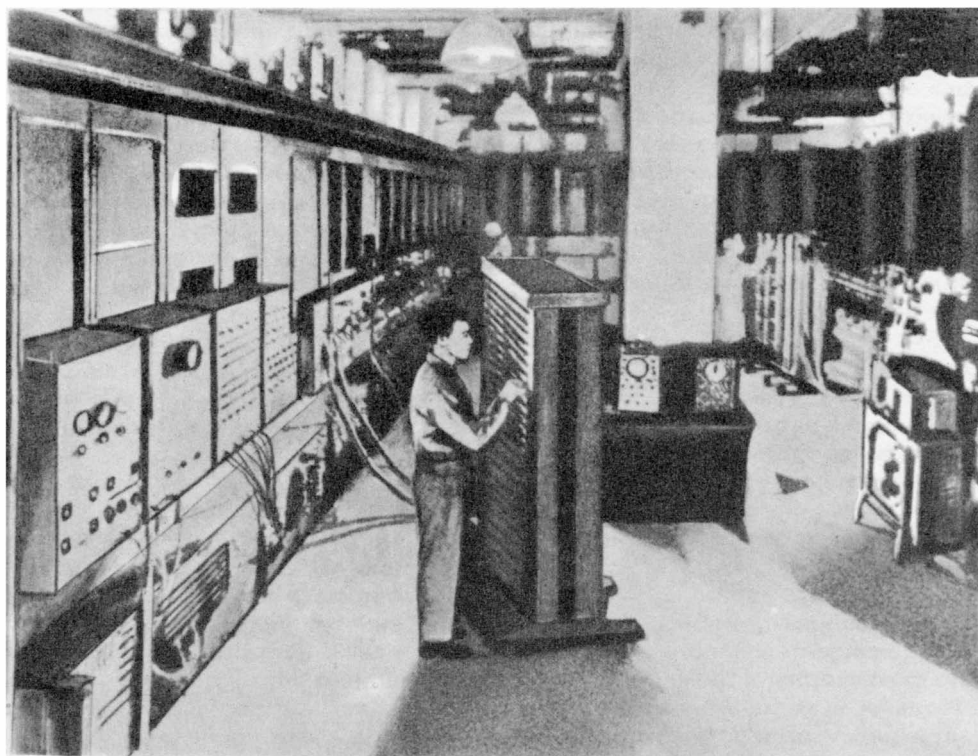


Оно было закончено уже после капитуляции Японии. Веского слова в войне произнести ЭНИАКу не удалось.)

Электронная вакуумная лампа — вот основная деталь, которую использовали при создании ЭНИАКа.

*Китайский древнейший прообраз современных арифмометров и вычислительных машин.*

*Первая электронная вычислительная машина ЭНИАК.*



фы покрыты множеством переключателей, изрешечены стеклянными циферблатами, за которыми затаились стрелки приборов...

Этот динозавр электроники потреблял мощность около 150 киловатт электроэнергии, ее хватило бы небольшому заводу. И состоял ЭНИАК из 18 тысяч электронных вакуумных ламп и 1500 реле. (Строительство первой ЭВМ затянулось.

Это — основа и соль всего дела. Если бы не лампы, если бы ЭВМ тогда была бы построена на механических компонентах, то эта машина должна была бы быть размерами с... небоскреб! И ответов от такого чудища нужно было бы ждать годы. Лампы же позволили ЭНИАКу давать ответы через минуты.

Вакуумные лампы — это было



лучшее, чем располагала техника тех, теперь уже далеких лет. Тогда они вовсе использовались в радиоприемниках. Излучаемые передатчиком радиоволны необыкновенно мощны, но, когда они, обегая земной шар или рассекая просторы космоса, проходят большие расстояния, их сила может снизиться в миллионы раз. Этот шепот радиоволн нельзя было бы расслышать, если бы не электронные лампы. Они усиливали электромагнитные послания настолько, что сигналы вновь становились достаточно мощными, способными привести репродуктор приемника в действие и дающими уже слышимый звук.

Однако вакуумные лампы были громоздкими (и первые радиоприемники достигали величины комода). Инженеры всячески пытались их усовершенствовать, желая прежде всего эти лампы уменьшить. Постепенно удалось наладить выпуск ламп-малюток, высотой всего в 2—3 сантиметра. Трудно сказать, до каких пор дошла бы эта миниатюризация, если бы... если бы не возникло новое чудо техники — полупроводники.

## СЕРЕБРЯНЫЙ ЮБИЛЕЙ ТРАНЗИСТОРА

Когда легендарный Гулливер, проснувшись, увидел разгуливавших по нему лилипутов, он ничуть не удивился миниатюрным размерам своих тюремщиков. Так и мы не удивляемся электронным лилипутам наших дней: карманным радиоприемникам, переносным батарейным телевизорам и прочим чудесам электроники, возможность которых обеспечили нам транзисторы.

Если из химически чистого вещества — германия или кремния — изготовить кристалл со строго заданным количеством нужных примесей, введенных в его состав, то можно получить устройства, способ-

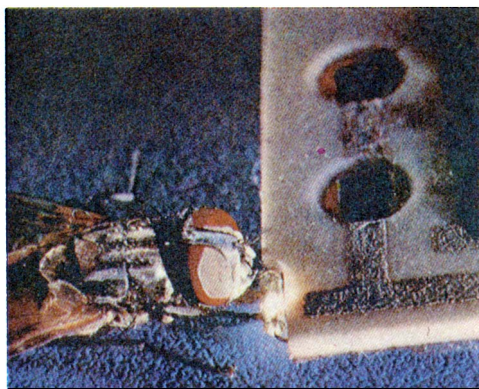
ные делать все то же, что делали прежде радиолампы.

Эти замечательные кристаллы-усилители назвали «транзисторами», потому что они передают (ТРАН-сфер — так звучит соответствующее английское слово) электрический сигнал через тело, которое в обычных условиях было бы сопротивлением (реЗИСТОРом).

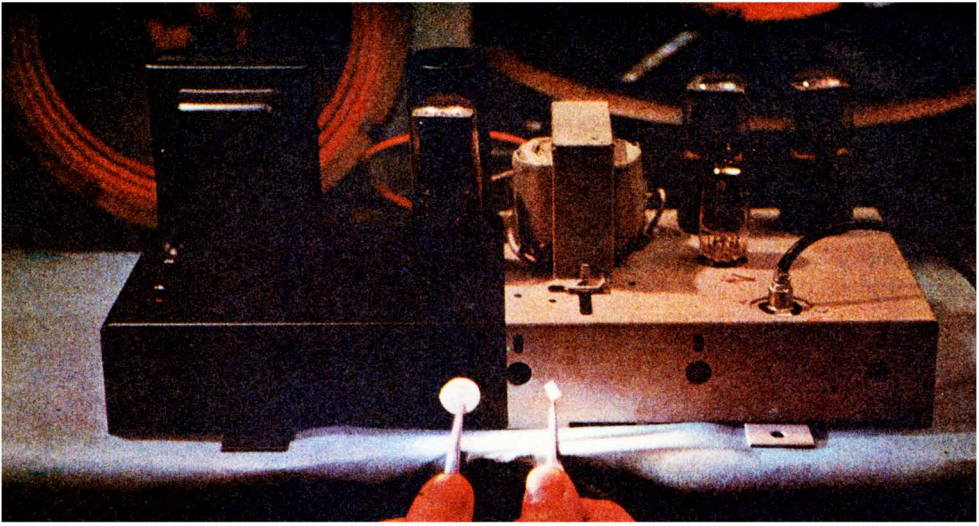
Транзисторы, переняв все функции радиоламп, освоив все лучшее, что они умели делать, смогли избавиться и от всех их недостатков. Прежде всего им не нужен был вакуум как изолятор. Ведь кристалл сам по себе не проводит электрический ток. Так отпала необходимость в дорогостоящем вакууме (его надо создать!) и хрупком стекле.

Теперь о долговечности транзисторов. Лампы быстро перегорали (малейшая трещинка нарушала вакуум, испарение металлических нитей резко усиливалось, они быстро выходили из строя), полупроводники же могли работать практически неограниченное время.

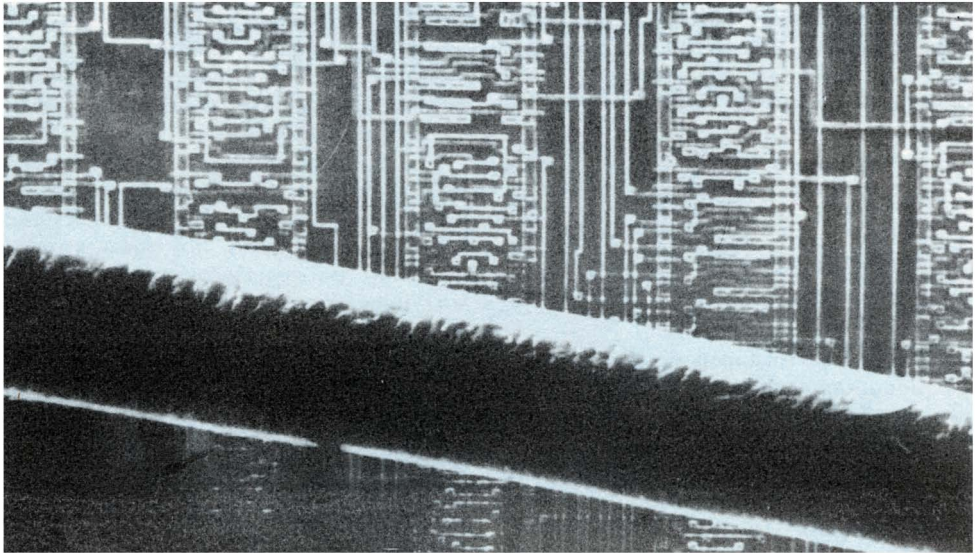
Еще достоинство: транзисторы работали при комнатных температурах, не нуждались в разогреве. А люди старшего поколения помнят, как бесконечно тянулось время, пока «грелись лампы», как дол-



*Деталь ЭВМ, размером чуть больше мухи, — это керамический блок, состоящий из 14-ти триодов и других частей, соединенных сетью проводящих ток посеребренных путей.*



*Магия миниатюризации: полупроводниковый усилитель для проигрывателя выглядит пуговицей в сравнении со своим ламповым собратом.*



*Вытравленная на однослойной пластинке из кремния, эквивалентная целому блоку компьютера интегральная схема и... человеческий волос.*

го надо было ждать, когда радиоприемник наконец заговорит. Потому-то транзисторы и могут работать на слабом токе, с напряжением всего в несколько вольт (лампы требовали ста вольт и выше), отчего им достаточно энергии

маломощных батареек и других слабых источников энергоснабжения.

Но, пожалуй, главный козырь транзисторов — их миниатюрность, уже первые из них не превышали величины булавочной головки. Объясняется это тем, что, как изо-

лятор, кристаллическое вещество намного эффективнее вакуума, что и позволяет размещать различные компоненты транзистора на микроскопических расстояниях друг от друга.

Все перечисленные и многие другие качества транзисторов сделали их незаменимыми для техники. Именно транзисторы превратили ЭВМ из мастодонтов, редких и громоздких зверей, в существа, которые могли уже разместиться на письменном столе, они вскоре начали выпускаться серийно.

В 1973 году мир отмечал серебряный юбилей транзисторов. Ученые и популяризаторы науки и техники в пышных речах-статьях возглашали хвалу этому чудесному изобретению. Предлагалось, между прочим, срочно создать музей электроники, где можно было бы разместить и показать все образчики ЭВМ, все их поколения: на лампах — первое, на транзисторах — второе...

Увы, в те годы (а ведь с тех пор прошло не так уж много лет!) хвастать еще было особенно нечем. Если бы организаторы такого музея вознамерились, скажем, создать макет компьютера, равного по своим возможностям — хотя бы внешним! — человеческому мозгу, всем его миллиардам нейронов, заменив их даже не лампами, а транзисторами, им бы пришлось изрядно потрудиться. И прежде всего крепко подумать о поисках места для такого экспоната. Хотя такая модель мозга не заняла бы, как в 50-е годы, территории, соизмеримой с размерами Нью-Йорка или Токио, все же и с полупроводниками она бы, как говорится, не влезла ни в какие ворота!

Создать компьютер с числом элементов, равным числу нервных клеток головного мозга человека, и чтоб он был способен разместиться в объеме черепной коробки? Фантастика? Да, но только для тех лет. Сейчас, в конце 80-х годов, это

уже вполне конкретная цель, которую ставят перед собой разработчики ЭВМ. И в деле этом все свои надежды они связывают со словами «интегральные схемы».

## КАК МУХА ПРЕВРАТИЛАСЬ В СЛОНА

Существует англосаксонский вариант лесковского «Левши». Будто бы некий мастер-виртуоз послал другому булавку, на ее головке он выгравировал слова: «Как тебе это нравится?» Последовал ответ: «Ничего особенного». Написано это было на той же булавке, но внутри буквы «о» в слове «это».

Эта притча невольно приходит на ум, когда вспоминаешь недолгую историю развития микроэлектроники. Череда поколений превратила ЭВМ в карликов, низвела их узлы до микробных размеров.

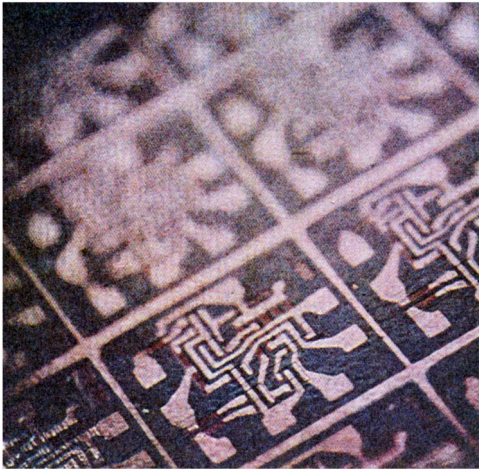
Вакуумные лампы сменили полупроводники-транзисторы. Переход к интегральным схемам (разработчики предпочитают сокращение ИС) знаменовал приход третьего поколения ЭВМ. Это уже было истинно гравировальное искусство — размещать на крохотных (теперь они почти могут пройти сквозь игольное ушко) микроструктурах кремния как можно больше транзисторов-деталей.

Собственно, тут-то и занялась заря эры микроэлектроники.

Начиная с 60-х годов каждый год количество отдельных электронных элементов на «чипе» (так называют западные специалисты микроструктуры с нанесенными на них большими — БИС — и сверхбольшими — СБИС — интегральными схемами, они условно характеризуют четвертое поколение компьютеров) примерно удваивалось. И сейчас степень интеграции выросла до немислимых пределов: до  $10^5$  —  $10^6$  на одном чипе.

Специалисты считают, что такие «суперчипы» дадут возможность





уже в ближайшие годы воплотить все качества современного большого компьютера в одно устройство размером со спичечную головку!

О фантастичности достижений технологов говорит то, что на кремниевой пластинке 5 на 5 миллиметров (клеточка арифметической тетради) удастся выложить мозаику деталей, которых хватило бы для создания сотни телевизоров!

Темпы развития микроэлектроники потрясают. Английский ученый К. Эванс подсчитал, что, если бы автомобилестроение развивалось так же, как микроэлектроника, то



*Трудность  
создания  
интегральной  
схемы (вверху),  
что все ее  
элементы  
должны  
быть  
быть связаны  
друг с другом  
и расположены  
не в объеме,  
а на плоскости!*

*Рука волшебника.  
Горсточка  
сверхминиатюрных  
деталей, включающих,  
усиливающих и  
преобразующих  
электрический ток,  
может заменить целый  
ящик стандартного  
оборудования  
из электронных ламп.*

современный «роллс-ройс» стоил бы всего 1,35 фунта стерлингов, причём ему бы хватило четырех с половиной литров бензина на дорогу в 3 миллиона миль. Наконец, дюжина таких автомашин могла бы разместиться... на спичечной головке.

Так рассуждают люди ученые. Они привыкли иметь дело с цифрами. Те же, кто хотел бы представить себе компьютерное хозяйство планеты глазами наивного ребенка, заметили бы иное. Они отметили бы, что магия миниатюризации буквально превратила муху в слона.

Чтобы воочию убедиться в этом, достаточно полистать популярные журналы за последние 20 лет. Там непременно встретишь и муху. Маленькая рядом с электронной вакуумной лампой, она — видимо, фотографов и художников прельстили огромные фасеточные глаза, зазорные усики и стеклянный блеск крыльев — заметно прибавляет в размерах, если ее посадить рядом с интегральной схемой.

Да это настоящий циклоп! Чтобы разглядеть муху, достаточно невооруженного глаза, но чтобы проследить все хитроумие переплетений линий-путей для бегущих по ним электронов на микросхеме — необходим микроскоп. Да не простой, а электронный!

## ОТ СТАНКОВ ДО КОФЕМОЛОК

Для многих крупных фирм США, Японии, стран Западной Европы (над этим ломают головы и у нас в стране) миниатюризация — насущная забота. Создать «суперчипы» с миллионом транзисторов на одном кристалле — вот заветная мечта ученых и технологов. Зачем?

Экономится не только вес, габариты, не только минимизируется потребляемая мощность энергии, не только увеличивается надежность элементов (применяя сверхбольшие интегральные схемы, мы практически сможем дублировать

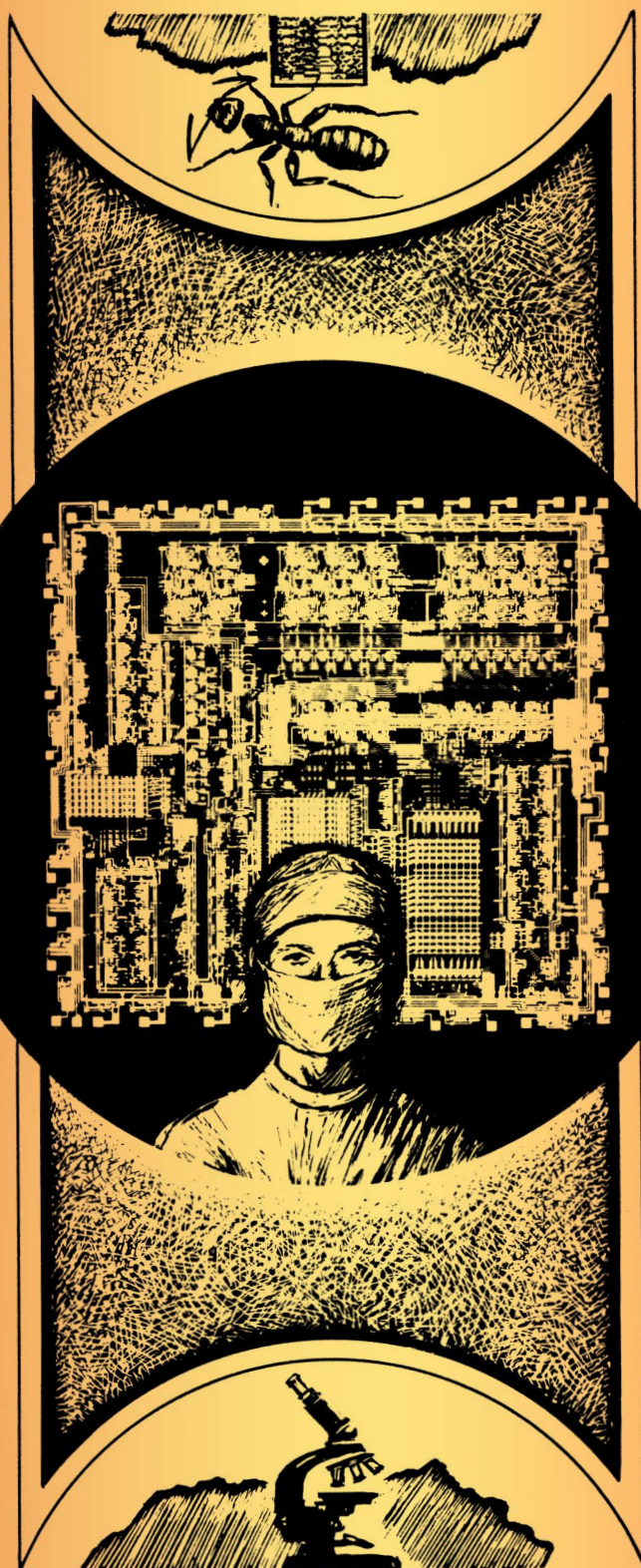
все электронные схемы для того, чтобы компьютер продолжал работу, и в том случае, если какая-либо его часть выйдет из строя). Уменьшение размеров не только дает простор для автоматизации производства ЭВМ, позволяет поставить это дело на поток. Главная выгода от миниатюризации все же в другом — резко уменьшается стоимость компьютеров. По оценкам английских специалистов, сейчас микрокомпьютер стоит (в пересчете на наши деньги) около сотни рублей, в то время как в 50-е годы сравнимые с ним по рабочим характеристикам устройства стоили миллионы.

Дешевизна открывает дорогу широкому распространению компьютеров. В 1975 году во всем мире существовало всего 150 тысяч ЭВМ. А сейчас только в США количество микрокомпьютеров приближается к сотне миллионов. Они становятся столь же распространенными, как радиоприемники и телевизоры.

Как и где их используют? МикроЭВМ вовсе не обязательно должна быть вычислительной машиной в собственном смысле этого слова. Она может просто представлять собой микропроцессор, имеющий, кроме набора интегральных схем, «мозга», занятого обработкой информации, еще блок памяти, где информация накапливается, и логическое устройство, предназначенное для выполнения определенных задач. Поэтому соответствующим образом ориентированная микроЭВМ может быть встроена буквально в любую вещь: электроплитку, стиральную машину, автомобиль, радиоприемник, кассовый аппарат, духовку, светофор. И все эти устройства — от станков до кофе-молот — приобретают толику электронного разума, становятся благодаря встроенным в них «чипам» умнее.

Придет время, и «разумный» телефон станет будить вас по утрам, напоминать о заботах дня,







о сроках, по первой просьбе соединять с абонентами, отвечать в ваше отсутствие на телефонные звонки. «Разумный» телевизор будет запоминать все ваши зрительские пристрастия и пожелания. В должный момент он включит нужный канал, повторит те передачи, которые вам не удалось увидеть или же которые вам хочется посмотреть еще раз вместе с друзьями. Одаренный «интеллектом» кухонный комбайн, получив задание, сам подберет меню, сам в нужной последовательности включит кухонное оборудование и сам приготовит пищу по новомодным рецептам, по всем строгим требованиям гигиены и тонкого вкуса.

Такие умные вещи уже начинают создавать. Японский телевизор фирмы «Тосиба» может сам выключаться в заданное время, скажем, ровно в полночь. При этом обязательно мягким голосом пожелает своим хозяевам спокойного сна. «Заметив» — специальное ультразвуковое приспособление, — что ты сидишь слишком близко к экрану, телевизор тут же произносит заученную сентенцию: «Чтобы сберечь зрение, пожалуйста, отсыдьте подальше». Обнаружив, что перед ним никого нет, сам себя выключит, предварительно произнеся печальным тоном слова: «Теперь я должен погаснуть»...

Со временем в каждом доме, считают эксперты, можно будет установить периферийное устройство, связанное с большой вычислительной машиной и через нее — с учреждениями, банками, магазинами. Любую покупку можно будет сделать простым нажатием соответствующих кнопок на пульте этого периферийного устройства (внешний вид облюбованного костюма, сумочки можно будет оценить, вызвав их изображение на экране дисплея). И покупку на следующий же день доставят покупателю, а с его сберкнижки сделают необходимый вычет.

Резко изменится характер многих профессий. Работу можно будет выполнять у себя дома. Преобразятся города, так как необходимость ежедневно ходить на службу станет делом прошлого. Изменится многое: наука, искусство. Уйдут в небытие многие традиционные отрасли промышленного производства, появятся совершенно новые, невиданные прежде специальности, многое будет пересмотрено и в человеческих отношениях...

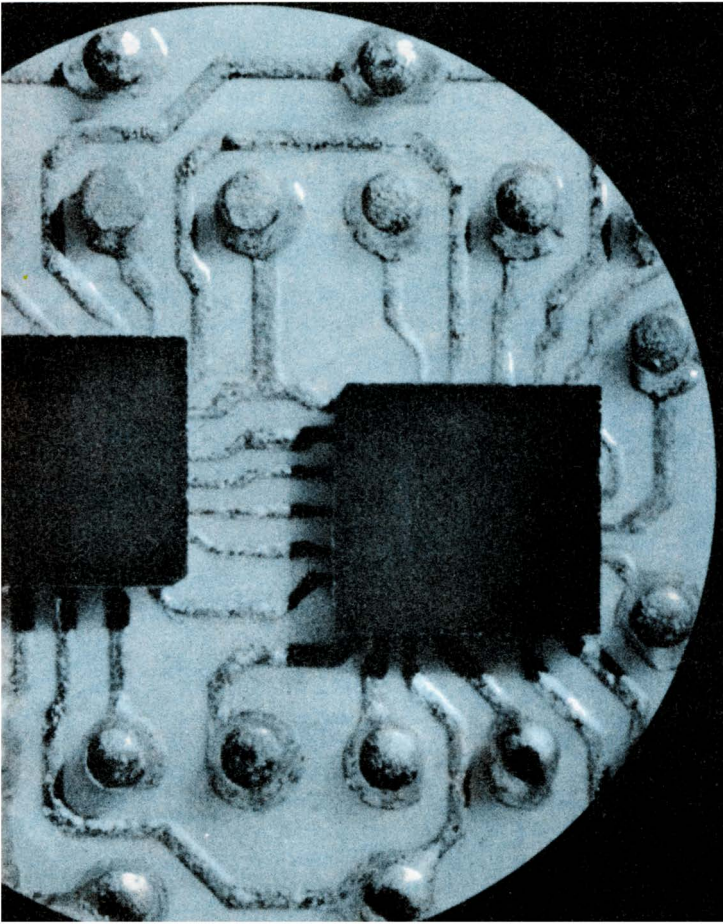
## ДАЖЕ ТЕНЬ ОТ ПЫЛИНКИ

Лесковский Левша все надежды своего искусства возлагал на свою ловкую в работе левую руку, на свое умение крошечными молоточками забивать уже совсем неразличимые гвоздики. Даже «мелкоскопа», по бедности, он не имел.

Сегодняшние «левши», выковывающие интегральные схемы, так работать уже не могут. Пальцы человека оказываются слишком грубым инструментом. Им не под силу связывать проводящими ток полосками несметное количество миниатюрных транзисторов, резисторов, триодов, диодов, размещенных на полупроводниковых кристаллах, которые сами-то размером с ноготь мизинца.

Очень подивился бы Левша, наблюдая обстановку, в которой создаются «чипы». Помните, как свистовые, послы казака Платова, сорвали крышу с маленького домика, где тюкали молоточками оружейники? Как вверх поднялась «потная спираль» воздуха такой густоты, что послы Платова попадали в обморок?.. А интегральные схемы изготавливают в специальных помещениях со строжайшим контролем чистоты воздуха.

И потому персонал одет так, словно это нейрохирурги. В рабочее помещение категорически запрещается вносить еду и питье. Главные операции идут под микро-



*Эта микросхема (показана под сильным увеличением) является всего лишь одним из многих компонентов переключающего устройства.*

скопом. Обстановка в этих цехах-лабораториях такова, словно бы тут действительно совершают хирургическую операцию на булавочной головке.

Вновь подчеркнем: мало найдется мест, более чистых, чем завод полупроводников. Потому что малейшая пылинка может испортить «чип». Оттого-то рабочие и носят белые комбинезоны и стерильные маски. А воздух постоянно фильтруется, благодаря чему в одном его литре содержится всего лишь около четырех частиц-пылинок, имеющих размер полмикрона — в тысячу раз меньше, чем в операционной больницы.

Это сейчас. А в будущем, при производстве «суперчипов»-мил-

лионников, печатание схем на кремниевых пластинках должно совершаться в атмосфере настолько антисептической, что плотность пылинок должна уменьшиться еще в сотни раз.

Но такой обстановки (сверхчистота тоже может стать опасной для человека!) люди уже не смогут перенести. И придется «чипам» изготавливать «чипы». С задачей сможет справиться только компьютер.

Технология ИС (интегральной схемы) начинается с проектирования светового изображения схемы на светочувствительную пленку, покрывающую кремниевый диск. Затем в процессе проявления пленки (методами, схожими с про-

явлением обычных фотографий) схема отпечатывается на диске.

И вновь необычные заботы — даже тень от микропылинки (а совсем избавиться от пыли невозможно) может исказить рисунок: в схеме образуются дефекты. И тем более значительные, чем больше длина волны света. Вот и приходится заменять свет видимый ультрафиолетом, еще лучше — перейти на рентгеновские лучи. Но заманчивее всего выводить узоры сфокусированным пучком электронов.

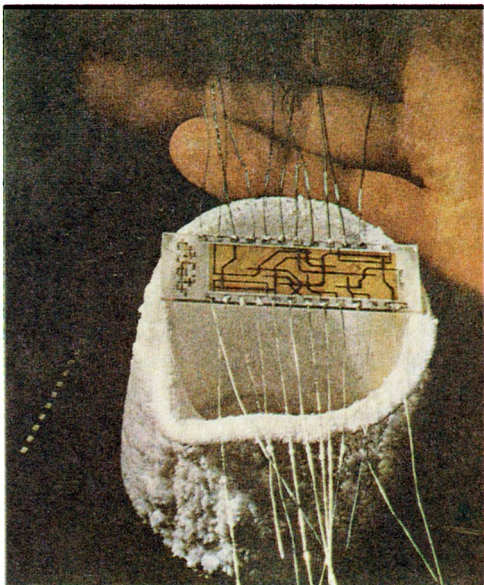
К сожалению, машины, создающие сверхтонкие пучки электронов (а пучок тем тоньше, чем больше энергия разгоняемых электронов; следовательно, в ход идет уже ускорительная техника — то, что сейчас используется для исследований элементарных частиц), слишком дороги и слишком медлительны, если думать о массовом производстве «чипов».

И все же гораздо большие проблемы производству ИС возникают по иной причине. Оказывается, мельчайшие частицы любого вещества, достигнув сотен атомных размеров, приобретают совершенно новые свойства. Они, в сравнении с большими кусками того же вещества, ведут себя довольно странно.

Тончайшие полоски алюминия, к примеру, начинают извиваться, как змеи, когда по ним бегут электроны. Ну а это может вызвать короткое замыкание, и части ИС будут соединены уже совсем не так, как этого хотели проектировщики!

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ВЕТЕР

За все в этом мире надо платить! Ничто не дается даром. Запах цветов «оплачивает» химическая энергия растений, шум прибора черпает силы в мощи ветра и волн, вся красота окружающего нас мира имеет истоком энергию идущих к нам от Солнца лучей...



*Интегральная схема работает при сверхнизких температурах. В лабораторном стаканчике — жидкий гелий (его температура минус 269 градусов по шкале Цельсия).*

Платить надо и за микроминиатюризацию. И когда затраты станут непомерно высокими, стремление к дальнейшему увеличению числа элементов на «чипе» может потерять всякий смысл.

Уменьшая размеры ИС, мы обязаны сохранить на некотором приемлемом уровне мощность электрических сигналов. Иначе они будут очень слабыми, просто не смогут быть восприняты. Но это значит, что плотность энергии на единицу площади ИС или единицу объема кристалла с ростом числа элементов должна будет катастрофически нарастать, превосходя даже... плотность энергии, излучаемой поверхностью Солнца!

Этот момент нашего рассказа очень важен, задержимся еще на деталях.

Дело в том, что в ИС, которые, по сути, представляют собой переключательные устройства (каждый элемент схемы должен быть либо включен, либо выключен), в моменты переключений выделяется



тепло. Чем «щелканье» чаще, тем больше нагревается схема в целом.

Вот так элементарная физика словно ставит преграды создателям «суперчипов». Беда в том, что выделяющееся тепло, вызывая перегрев элемента схемы, создает так называемые токи утечки. Возникают паразитные, незапланированные, вредные перекрестные связи между компонентами микросхемы. Схема перестает работать как надо.

И это еще что! Когда плотность тока в пленочных проводниках нарастает, достигая миллионов ампер на квадратный сантиметр поверхности ИС, поднимается тепловая буря. Она несет с собой настоящий «электронный ветер». Электроны начинают «сдувать» атомы с их мест в кристаллической решетке. И микроэлементы выходят из строя.

По всем этим причинам и полагают, что предельный уровень количества транзисторов в одной микросхеме вряд ли превысит миллиардный рубеж, а размер одного транзистора не может быть снижен до долей микрона (до  $10^{-5}$  сантиметров). Оно и понятно, скажем, резистор из поликристаллического кремния не может быть меньше микрона уже в силу того, что токи в нем перестанут подчиняться закону Ома.

Конечно, ученые и технологи делают попытки ослабить физические ограничения. Чтобы уменьшить выделяющееся в микросхемах тепло, исследователи переходят от полупроводников к сверхпроводникам, металлам, работающим при очень низких температурах. Погруженная в жидкий гелий (температура  $-204^{\circ}$  по шкале Цельсия) сверхпроводящая сетка почти не потребляет мощности. И тут открываются новые горизонты для микроэлектроники.

И все же транзисторный путь микроэлектроники где-то должен себя исчерпать. Похоже, что изготовление более компактных ИС

вскоре начнет становиться все дороже. И тогда «овчинка не будет стоить выделки»!

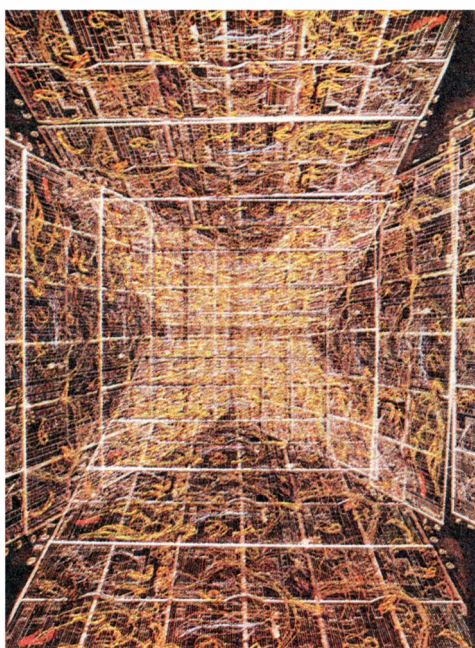
## СЛОВНО БАБУШКИН ПИРОГ

Если говорить образно, то сложившуюся в микроэлектронике ситуацию можно изобразить так. Представьте, вы вышли прогуляться в ветреную погоду. Свежо, приятно дышится! Ветер крепчает, что ж, тем приятнее одолевать его сопротивление... Но вот уже поднимается настоящий вихрь, он валит вас с ног, вы задыхаетесь... Тут уж волей-неволей приходится поворачивать, возвращаться домой...

«Вихри» электроники. Вряд ли стоит упорствовать, если обстоятельства сильнее вас. И технологии — изготовители ИС — ищут обходные пути. В проводниках выделяется вредное тепло. А нельзя ли вовсе избавиться от проводящих дорожек? В микромире ведь понятие траектории, как известно, отсутствует, тут частицы — тот же электрон — могут двигаться в том или ином направлении лишь с определенной вероятностью. Таковы уж необычные законы квантовой механики.

Компьютер, действующий на вероятностных принципах? Возможно, он будет создан. Хотя ситуация с точки зрения здравого смысла парадоксальная. Каково было бы водителю, если бы перед мостом он увидел плакат: «Внимание! Мост работает с вероятностью 0,5...» Тут точно можешь быть уверенным лишь в том, что при массовом движении машин в среднем каждый второй грузовик по мосту проедет. Так что шансы есть, но...

Еще одна оригинальная мысль: заменить в схемах электроны фотонами, квантами света. Заменить электронные сигналы световыми лучами. Вместо электронных ВМ (ЭВМ) построить фотонные ВМ (назовем их ФВМ).



*Мозаика окрашенных элементов интегральной схемы вполне может сойти за картину абстракциониста.*

Смысл такой замены? Самый быстродействующий современный транзистор не может изменить своего состояния (включен или выключен, да или нет, 1 или 0 — на языке двоичной системы счисления) менее чем за одну наносекунду (миллиардную долю секунды). А время переключения оптического устройства, аналогичного транзистору (ему уже дали имя, назвали «трансфазором»), составляет всего одну пикосекунду (тысячную часть миллиардной доли секунды). А это значит, что логические схемы из оптических элементов смогут выполнять до триллиона ( $1000$  миллиардов или  $10^{12}$ ) операций в секунду, в то время как максимальная скорость электронных переключателей не превышает миллиарда. Можно предположить, насколько сообразительнее будут ФВМ в сравнении с ЭВМ — тугодумами!

Сейчас техника только начинает робко произносить новые незнакомые фотонные слова. Сделаны

лишь первые попытки заменить микроэлектронику наноэлектроникой. И все же специалисты надеются, что первые образцы ФВМ появятся уже в 90-е годы нашего века.

Другое революционное решение компьютерных проблем — растущие кристаллы.

Жизнь кристалла — а он составляет основу ИС — удивительна. Кристаллы часто сравнивают с живыми существами. И немудрено: ведь они возникают из зародышей, питаются, растут, изменяют свою форму, болеют, отдыхают (металлы), поедают друг друга и так далее. Научиться управлять событиями жизни кристалла — значит научиться выращивать готовые ИС, и уже не плоские, а объемные! В них добиться соединения элементов будет значительно проще.

Однородный кристалл похож на дом с абсолютно одинаковыми квартирами. При «сдвиге» на одну или несколько его атомных «ячеек» ничего нового не происходит. Создателям же ЭВМ нужен кристалл-дом с индивидуальной «подгонкой» каждой квартиры. Они хотели бы иметь «компьютер в кристалле», дом, где каждая квартира-«ячейка» предназначалась бы для выполнения строго определенной операции.

Ученые сейчас разрабатывают специальную технологию, при которой молекулярные слои вещества наносятся на кристаллические подложки с помощью особых устройств — пушек, стреляющих молекулярными пучками. Управление ими в пространстве («рисование», так сказать) и во времени («стрельба очередями») берет на себя, конечно, компьютер. Уже получены кристаллы, которых в природе не встретишь. Чудо-кристаллы! Они слоисты, словно бабушкин пирог. И «архитектуру» их можно менять по желанию. Под определенную логику, под определенные вычисления...

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА В КАЖДОЙ ЖИВОЙ КЛЕТКЕ!

У писателя Андрея Платонова есть чудесная повесть «Эфирный тракт» (окончена в 1930 году). Ее герой, ученый Фаддей Кириллович, считал электроны живыми созданиями, чем-то вроде микробов. Питаются электроны, полагал Фаддей Кириллович, эфиром. И если открыть дорогу эфиру — создать эфирный тракт, — то электроны начнут бешено размножаться. И техники тогда смогут разводить железо, золото, уголь, как скотоводы разводят свиней. Электроны и животные, рассуждал герой повести, одно и то же, поэтому их изучение надо изъять из физики и передать в руки биологов...

Эти фантазии писателя на удивление созвучны устремлениям инженеров и техников, колдующих над интегральными схемами. Ведь они как бы пытаются создать «мыслящие атомы», упорно стремятся вдохнуть жизнь в электронные схемы, промоделировать с их помощью многие функции человеческого мозга.

Микроэлектронщики словно бы хотят стереть грань между живой и неживой материей. Поэтому во все не кажутся из ряда вон выходящими представления доктора биологических наук, сотрудника Института проблем передачи информации Академии наук СССР Ефима Арсентьевича Либермана о том, что в каждой живой клетке имеется своя вычислительная машина.

Он назвал ее МВМ — молекулярной вычислительной машиной.

Как-то в беседе с корреспондентом журнала «Наука и жизнь» ученый изложил свои взгляды. Они представляют большой интерес.

«Если бы инженеру пришлось конструировать типичную электронную вычислительную машину, — рассказывал Е. А. Либерман, — из элементов размером в несколько

атомов (а именно таковы размеры элементов в клеточной машине), то этот инженер довольно скоро убедился бы, что не может использовать достоинства такой предельной миниатюризации. Потому что соединительные провода, которых в ЭВМ очень много, займут несравненно больше места, чем все ее элементы. Это принципиальная трудность, и ее можно преодолеть только в принципиально новых «беспроволочных» системах вычислительных машин. Именно такую систему нашла природа, создавая молекулярную машину».

Ученый говорил дальше о том, что детали МВМ — различные молекулярные белки — не закреплены на одном месте, как в интегральных схемах. Они свободно плавают внутри клетки и взаимодействуют друг с другом в результате случайных столкновений.

Казалось бы, ненадежное устройство! Однако размеры клеток столь малы, что нужные столкновения происходят достаточно часто. И вот что замечательно: для «перебора адресов», для поиска необходимых связей молекул совсем не требуется дополнительной энергии, правильные связи создаются «бесплатно», за счет энергии теплового (броуновского) движения молекул.

Много замечательных особенностей МВМ перечислил Либерман. Хранилищем памяти (долговременной), полагает он, в такой машине скорее всего служат молекулы РНК и ДНК — те вещества, которые у растений, животных и человека передают наследственные черты. Это, по мнению ученого, очень емкие «блокноты», их много, и даже в одной клетке на РНК можно записать уйму информации. Либерман высказал свою гипотезу не так давно. Так что МВМ — идея молодая. Она еще не обросла экспериментами, дискуссиями, диссертациями. Первые специально поставленные исследования только нача-



ты. Главная их цель (так считает автор гипотезы): постараться опровергнуть идею. Это самый короткий и верный путь проверить ее истинность.

## БИОТИКА

Нет, это просто знамение времени! То, что именно сейчас электронщики начинают задумываться: а как же природа решает аналогичные проблемы? Ведь у нее нет ни ламп, ни полупроводников, ни интегральных схем, и все же она (вспомним про мозг) решает свои задачи и демонстрирует при этом настоящие чудеса.

Наука, в которой используются патенты природы, где изучаются полезные для микроэлектроники особенности живой материи, получила название «биотика».

Биотика еще только постигает природные азы. Тайны живого лишь начали приоткрываться, а уже есть и первые успехи. В 1974 году было установлено, что многие органические материалы (трансполиацетилен с примесными добавками, фталоцианин) способны возбуждать и проводить электрический ток. Так появилась надежда создать «провода» толщиной в одну молекулу. Более того, когда проходит электрический сигнал определенной полярности (плюс или минус), органическое вещество может переходить в другое состояние. Возможно, этим путем удастся создать и молекулярные переключатели.

Обнаружены и молекулы, которые выпрямляют электрический ток. Это молекулы, способные ориентироваться определенным образом, изменяя при этом свои физико-химические и оптические свойства. Они могли бы стать ячейками памяти.

Исследователи, занимающиеся молекулярной электроникой, полны оптимизма. Одну за другой они отбирают у писателей-фантастов

темы, которые еще вчера годились лишь для научно-фантастического романа или повести.

Вот примеры. Возможно, в будущем (называют 2000 год) производство «биочипов» — в виде очень больших молекул, на которых разместятся и блоки памяти, и логические и управляющие элементы — будет вестись методами генной инженерии. Бактерии начнут в особых реакторах «штамповать» почти готовые биоЭВМ.

Ученые еще полагают (это записано и в Комплексной программе научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 года), что биологические ультрамикросхемы позволят разместить в кубическом сантиметре объема память нынешних больших ЭВМ. Вот точные цифры: емкость запоминающих устройств у биоЭВМ будет в миллиард раз больше, а их быстродействие — в 100 миллионов раз выше, чем у моделей на обычных интегральных схемах.

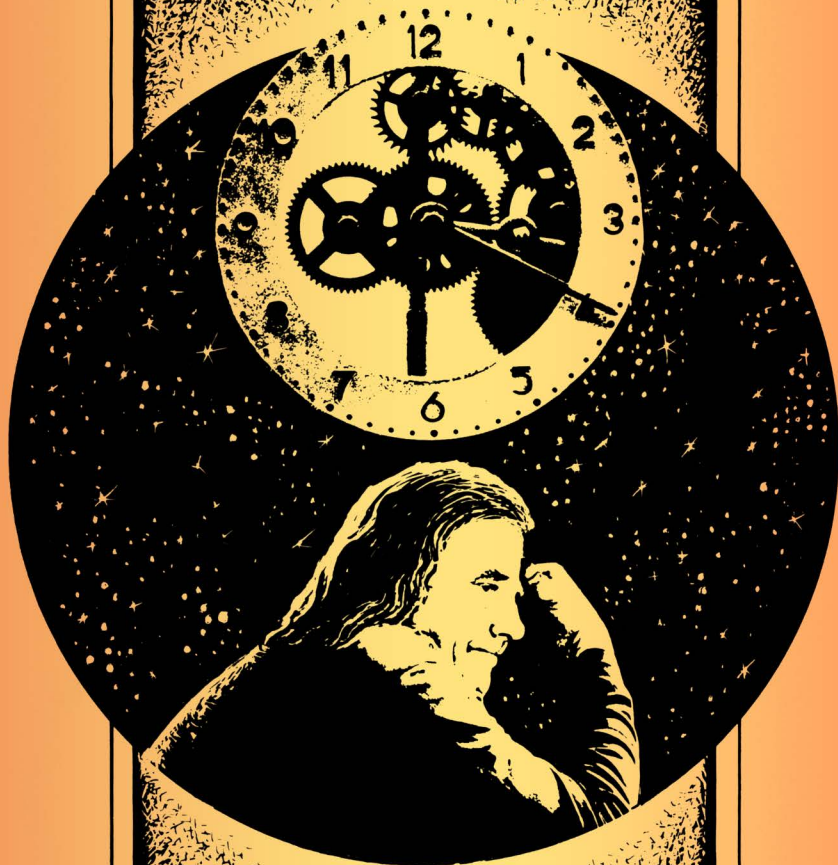
Такой белковый «кубик» можно будет вживить прямо в мозг, обогатив человека всем океаном современного знания. Или добавив к человеческим еще и искусственные органы зрения, слуха, голоса. Еще можно микробиокомпьютер ввести в кровеносную систему, чтобы он управлял химическими процессами в организме.

ЭВМ, череда поколений... Какими они будут — поколения № 6, № 7?.. Какие еще нас ждут сюрпризы?..

Пока же ученые предлагают взять за образец молекулы ДНК. Вот как они рассуждают: «Если рассмотреть все имеющиеся виды хранения и передачи информации, нетрудно увидеть, что один из наиболее удачных способов осуществляется в природе при помощи молекул этого типа. Мы еще не вполне готовы подключить телефонные провода к молекулам ДНК. Пока мы просто хотим посмотреть, чему у этих молекул можно научиться».

# Глава

## 7



•

**СОРЕВНУЯСЬ  
С ПРИРОДОЙ**

*Что виделось вчера как цель глазам  
твоим,—  
Для завтрашнего дня — оковы;  
Мысль — только пища мыслей новых,  
Но голод их не утолим.*

Э. ВЕРХАРН

«Я склонен представлять себе человеческие существа в виде больших лабораторных колб, внутри которых происходят бурные химические реакции», — пишет в своем романе «Завтрак для чемпионов, или Прощай, черный понедельник» американский писатель Курт Воннегут.

Дальше сатирик высказывает позрение, будто все человеческие существа — роботы, механизмы.

И меланхолически добавляет: «...когда я описываю в романе какой-то персонаж, меня всегда тянет объяснять его поступки то испорченной проводкой, то микроскопическим количеством того или иного химического вещества, которое он проглотил или не проглотил в этот день».

Химик и врач эпохи Возрождения Парацельс (1493—1541) сравнивал мир с аптекой, материалисты Нового времени — с часовым механизмом... Во все времена, желая понять, как устроена Вселенная и как устроен человек, мы, люди, прибегаем к самому банальному приему: стараемся уподобить наблюдаемые явления работе созданных нами устройств.

Наивно? Возможно. Но должен же соревнующийся с природой, желающий превзойти ее в искусстве творчества человек иметь хоть какие-то вехи и ориентиры.

## ЗАБЛУЖДЕНИЕ ДЕКАРТА

Мозг — это симфонии Чайковского, полотна Врубеля, драмы Островского. Это — открытие Коперника, научный подвиг Менделеева, теория относительности Эйнштейна. Это — космические корабли, атомные реакторы, домны-

гиганты... Объявить мозг машиной? Ну уж это слишком! Да ведь мозг — это... Тем не менее и тут желание подойти к мозгу с научно-техническими мерками вновь берет верх над прочими соображениями.

Наука о мозге имеет долгую историю. Аристотель (384—322 г. до н. э.) полагал, что мозг служит для выделения жидкости, охлаждающей сердце. В эпоху механики и гидравлики французский философ Рене Декарт (1596—1650) описывал возникающий в мозгу рефлекс как систему механических приводов к клапанам, открывание которых создает давление в мышцах.

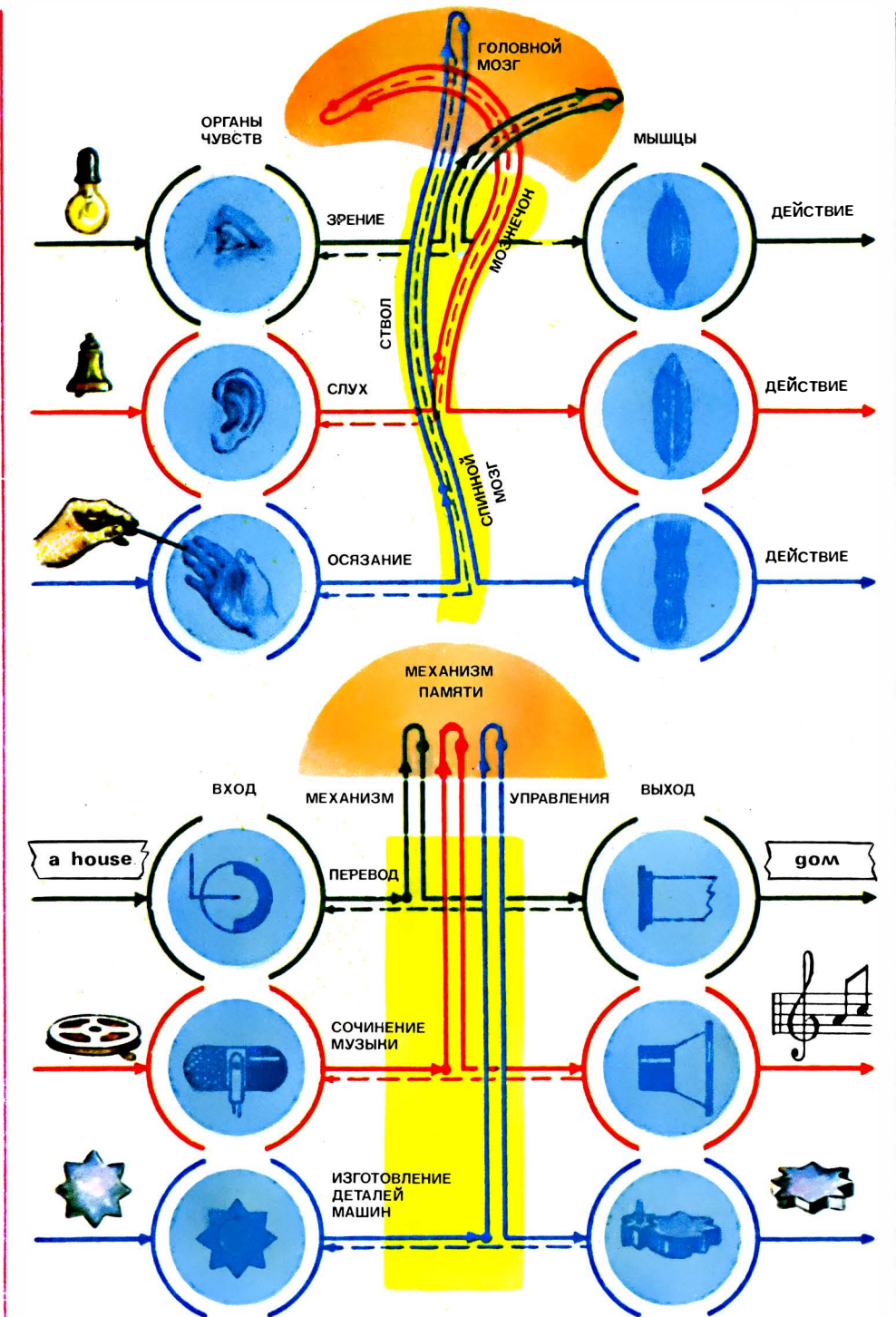
Неудивительно, что подобные представления, отражающие состояние техники, соответствующей времени таких высказываний, уже провоцировали на создание гомункула, искусственного человека. А почему бы и нет? Ведь тот же Декарт утверждал, что функции мозга следует рассматривать «как возникающие совершенно естественным путем только вследствие определенного расположения частей машины, точно также, как движения часов или другого автомата».

Когда пришло электричество, взгляды опять переменились. Английский естествоиспытатель, современник и соратник Ч. Дарвина, Томас Гексли (1825—1895) учил, что «мысль — не более как ток электричества по проводам нервов». Ему вторил знаменитый русский психиатр Владимир Михайлович Бехтерев (1857—1927). «Ныне не может подлежать сомнению, — писал он, — что основой нервного процесса является электричество».

Сейчас стали все чаще говорить о мозге как о пульте управления. Проводят параллели между мозгом и жидкими кристаллами...

Лишь отдельные исследователи, их мало, идут против общего течения. Среди них и доктор биологических наук Д. А. Сахаров. В одной из своих статей он удивляется: как





Сравнение мозга с ЭВМ напрашивается само собой. Однако установление таких параллелей может оказаться и полезным, и ввести в большое заблуждение.

это один и тот же объект — мозг — в различные века оказывается построен то из трубок и клапанов (ну совсем водопровод!), то являет собой ничем не прерываемое переплетение проводов, то становится до неприличия схожим с голографическими устройствами. «Такую науку о мозге люди могут назвать посмешищем, — заключает ученый, — и будут совершенно правы».

Сахаров утверждает: все эти заблуждения начались с Декарта. Он задал тон, первым стал последовательно уподоблять механизм действия живых тел известным той же эпохе техническим устройствам.

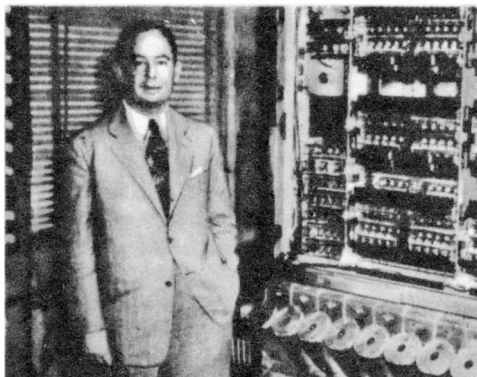
Идти от техники к живому, к человеку, к его мозгу? Нет, считает Д. А. Сахаров, так мы мозг никогда не поймем. Надо действовать по-иному. Мозг — биологический объект, и понимание его может прийти только со стороны биологии.

Однако такие высказывания остаются гласом вопиющего в пустыне. Стихийно, большинством голосов основная масса человечества теперь упрямо исповедует новую мысль. Мозг — это ЭВМ, скажет вам любой, это биокомпьютер.

Вот новое воззрение. Оно вербует себе все больше сторонников. И тем больше, чем сложнее становятся компьютеры, чем активнее они проникают во все поры жизни людей.

## МОЖЕТ ЛИ МЫСЛИТЬ АПТЕКА?

Птица так сильно отличается от самолета, что изучение одного из этих объектов мало что дает для понимания другого. Первые попытки человека летать заканчивались трагически как раз потому, что изобретатели прибегали к поверхностной имитации полета птиц, заменив руки «крыльями». Самолет был создан только тогда, когда бы-



Математик Джон фон Нейман рядом с одним из блоков машины ЭНИАК.

ла отброшена идея машущих крыльев и разработан «неестественный» способ движения при помощи вращающегося пропеллера.

Этот пример (история техники может назвать множество других) полезно вспомнить, коль скоро речь зашла о сопоставлении мозга и вычислительной машины. Этому вопросу американский математик Джон фон Нейман (1903—1957) посвятил специальное исследование. И количественные оценки (мощность энергии, объем, число элементов), и качественные соображения («язык мозга не есть язык математики», — писал Нейман) — все убеждало ученого в глубоких различиях между мозгом естественным и искусственным.

Труд Неймана не единственный в этом роде. Многие творцы новых поколений ЭВМ мучительно размышляли об отличии мышления живого и электронного. В самом деле, нейроны мозга — очень нежные и чувствительные образования, это клетки, окруженные сложно устроенной мембраной. Они находятся в среде с постоянно изменяющимся химическим составом. Нет, нейроны совсем непохожи на полупроводниковые кристаллы и соединяющие их проводники, из которых сотканы компьютеры.

А архитектурная несхожесть? Связи между нейронами обильны

и распределены по объему. В ЭВМ же в силу особенностей технологии соединения между элементами в интегральных схемах немногочисленны, и в основном они распределены в плоскости кристалла-подложки.

Далее, электрические импульсы (типа «да — нет») в компьютерах в какой-то мере схожи с сигналами «все или ничего», идущими по нервным волокнам. Но если в ЭВМ действует электричество, то в мозге в передаче команд участвуют и электроны, и разнообразные химические вещества, и направленно движущиеся ионы.

(Химия играет в работе мозга очень большую роль. И потому слова «может ли машина мыслить?» в какой-то мере эквивалентны выражению «может ли мыслить аптека?».)

Так и получается, что мозг одно, ЭВМ — совсем другое.

Взять хотя бы надежность. Детали ЭВМ — вкрапленные в пластинку кремния микроэлементы — кажутся очень надежными. Но исключение одного или двух из них может прервать работу всей машины. А нейроны очень ненадежны, часто выходят из строя, но отмирание даже немалого их числа не приводит к сколько-нибудь заметному изменению поведения человека, не сказывается на его работоспособности.

Машина (если не брать очень сложных программ) идет к цели прямолинейно, строго по предусмотренному ей пути. Мозг (особенно в трудных задачах) похож на гонящегося за добычей зверя: слово рыщет по следу, пробует, ошибается, тычется в препятствия и неясности... И даже ошибки (случай, неожиданный намек) могут указать ему верное направление поисков. (Кто-то из маститых пошутил, что де «мыслящим» машинам не хватает той беззаботности, даже безалаберности, которые присущи мозгу живого человека.)

Оператор, работающий с ЭВМ, может, остановив машину, узнать, что она в данный момент «думает» и «знает». Мысль машины (пока!) в человеческих руках. Но управлять в полной мере ни своей собственной, ни чужой психикой человек не в состоянии.

Стоит также отметить и то, что нейронные сети мозга, словно бы в пику **вычислительным** машинам, вообще не заняты никакими вычислениями. Вот, допустим, вратарь безошибочно ловит мяч, летящий в сетку ворот. С математической точки зрения, чтобы угадать место и момент падения мяча, необходимо решить некоторое дифференциальное — высшая математика! — уравнение. Но разве можно себе представить, что это уравнение «записано» в голове у вратаря и он решает его в считанные доли секунды?

Перечисление различий мозга и ЭВМ можно было бы продолжить. Они напрашиваются сами собой, когда ближе познакомишься с устройством мозга, этим сложнейшим электрохимическим производством, целым комбинатом цехов и лабораторий, создание которых природе удалось блестяще: ни клубов ядовитого дыма, ни загрязняющих среду вредных отходов тут нет.

И вот рядом с этим верхом совершенства, творением, повторить которое человеку никак не удастся, мы видим нечто совсем другое — словно бы игрушку из гигантского детского набора, тьму простых деталей, соединенных по нехитрому, заранее заданному плану.

## ЗА СВЕТОВОЙ БАРЬЕР

Внешне наиболее заметным отличием ЭВМ от мозга является их сказочное быстроедействие. Именно скорость обеспечила компьютерам все их преимущества. Это основа их могущества. И вся недолгая история вычислительной техники проходила



под знаком борьбы за скорость. За какие-то два десятилетия быстроедействие компьютеров возросло с нескольких тысяч до нескольких миллионов операций в секунду!

Поколения ЭВМ... Это не только стремление сделать компьютер миниатюрным и дешевым. Это и битва за скорость: чем компактней интегральная схема, тем короче пути надо преодолевать электронам, тем выше быстроедействие. Но здесь перед разработчиками ЭВМ неожиданно возник барьер. Световой. Известно, что (во всяком случае, в нашей Вселенной) скорость любого сигнала не может быть выше скорости света. Гигантской величины — 30 000 000 000 сантиметров в секунду.

Сейчас тактовая частота элементов ЭВМ что-то около 10 Мгц ( $10^7$  герц, элементарных «движений», которые за секунду способен совершить компьютер). Большая величина, но ее хотелось бы увеличить хотя бы раз в сто (заветные для разработчиков ЭВМ миллиарды операций в секунду). Что этому мешает? Малость скорости света!

За ничтожные миллиардные доли секунды даже световой сигнал (электроны движутся в 1,5—3 раза медленнее) успевает пробежать небольшой путь — всего (легко подсчитать) 10—20 сантиметров. А если расстояние между отдельными блоками компьютера — метры? Да еще при этом каждая команда должна быть повторена много раз?..

Вот это и есть световой барьер. Кажется, что природа воздвигла совершенно непреодолимую преграду, высоченную стену, проникнуть за которую никогда не удастся: ведь изменять скорость света не в нашей власти. Так скорость света из гиганта словно бы превратилась в карлика. Так перед конструкторами компьютеров встала новая проблема.

Впрочем, такая ситуация для техники не редкость. Обычное дело. Сначала развитие какой-то

области идет гладко и быстро, без сучка и задоринки. Но так продолжается лишь до определенного времени. Затем на горизонте, как редкие тучки, возникают первые трудности — успехи становятся не столь весомыми, шаги замедляются, темпы падают, приходится тратить все больше сил для продвижения вперед. Вот оно и совсем остановилось... Однако наука не стоит на месте. И вдруг — о, чудо! — ученые дают в руки инженерам волшебные средства, появляется новый взгляд на вещи, и вновь открываются неоглядные дали для прогресса.

Ну а если привести конкретный пример из истории техники, то турбореактивные двигатели и стреловидное крыло в свое время позволили самолетам преодолеть звуковой барьер, дали им возможность летать со скоростями выше скорости звука (больше 300 метров в секунду).

## **ЭВМ ВМЕСТО АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЫ**

Быстроедействие ЭВМ крайне необходимо для управления самолетами, космическими кораблями, судами, технологическими процессами, станками, боевыми операциями, ракетами. Компьютеры тут обязаны работать с опережением идущих процессов, работать, подстраиваясь под человека, в реальном масштабе времени.

Сверхскорости нужны ЭВМ и при расчете сложных объектов: ядерных реакторов, крупных гидроэлектростанций, новых конструкций самолетов.

Как рассчитывались авиалайнеры прежде, по старинке? На каждом квадратном сантиметре поверхности самолета надо было устанавливать один-два датчика с проволочными ответвлениями в электронный мозг машины, которая выдавала окончательные ответы через неделю.

С помощью ЭВМ четвертого поколения можно рассчитать прочность всех элементов лайнера за считанные часы. А как быть дальше? Ведь требования к самолетам растут — увеличиваются и расчетные трудности. Компьютеры с быстродействием даже в миллион операций в секунду уже не обеспечивают достаточно надежного и быстрого ответа при решении столь сложных математических задач. При определении прочности конструкции большого пассажирского самолета приходится составлять и рассчитывать систему уравнений, в которой как минимум миллион неизвестных! Ни одну из действующих сейчас ЭВМ не заставить решить задачу такой сложности «одним махом» — у нее и память слишком ограничена да и скорость мала. Вот и приходится «делить» самолет условно на части и постепенно рассчитывать его фрагменты на многих ЭВМ.

Кропотливая, не всегда эффективная работа, чреватая потерями времени и ресурсов. Согласовывать расчеты отдельных ЭВМ трудно, да и общее быстродействие многомашинных комплексов можно повысить лишь до определенного предела — на стыках потери скорости вычислений становятся слишком большими.

Нет, самое простое — это создать математическую модель всего самолета и рассчитать ее, вместо того чтобы «гонять» реальный самолет в сверхзвуковой аэрогидродинамической трубе (и на различных стендах, где испытываются динамика и прочность будущего лайнера).

ЭВМ вместо аэрогидродинамической трубы? Заманчиво. Но такое задание под силу лишь архибыстрым компьютерам.

Они необходимы и в задачах, где есть сверхизобилие информации. Например, в геофизике. При обработке бесчисленных данных геологической разведки — сейсмо-

метрических, магнитометрических, электро- и гравиметрических. Без этого трудно вести поиск новых месторождений полезных ископаемых.

Быстрота нужна и при анализе телеметрической информации, полученной со спутников, в метеорологии, при составлении прогнозов погоды, при моделировании больших экологических, экономических и социальных систем, при суждении о динамике крупных водных бассейнов, к примеру, Каспийского моря: мелеет ли оно, или полнится, как изменяется уровень воды, как влияют на его водный баланс тысячи впадающих в него речушек...

## ПОЧЕМУ КОМПЬЮТЕР БЕЗДЕЛЬНИЧАЛ

Что мешает ЭВМ преодолеть световой барьер? Что не позволяет им решать задачи, требующие высокой сноровки? Ответ может показаться парадоксальным, но препятствием тут служит как раз то, что когда-то было основой прогресса вычислительной техники.

Первым, кто оценил огромное практическое значение быстродействия компьютеров, был уже упоминавшийся выше американский математик Джон фон Нейман. («Когда Джонни увидел, к чему мы пришли, — вспоминал один из создателей ЭНИАКа, — он двумя ногами прыгнул в электронные вычислительные машины».)

ЭНИАК был только что создан. Один из наиболее ощутимых его недостатков заключался в способах управления ходом вычислений. К расчетам машину готовили несколько дней, а собственное решение задачи длилось всего несколько минут.

За дело взялся Нейман и быстро выправил положение. (Ученый был необычайно одарен. Современники отмечали, что его знание древней истории было неправдоподобно детальным... Он был и поли-

глотом: прекрасно помнил школьную латынь и греческий, бегло говорил по-немецки и по-французски, знал испанский...)

В 1946 году анализ сильных и слабых сторон ЭНИАКа позволил Нейману сформулировать новые принципы организации работы электронного мозга. Они стали классикой, составили основу для разработки множества вычислительных машин.

Во-первых, было предложено перейти от десятичной к двоичной системе счета. Эта мера значительно упрощала выполнение машинной арифметических и логических операций. (Двоичную арифметику задолго до работ Неймана предложил Г. Лейбниц. Он искал «алфавит» человеческого мышления, в котором все истины познания могли бы быть недвусмысленно выражены в числах. Лейбниц руководствовался философской мыслью о том, что мир базируется на противоположности, с одной стороны представляющей «ничто» — 0, а с другой — «реальность» — 1. На базе этих двух чисел и правил их сочетания философ надеялся решить все мировые проблемы и избавиться от всех противоречий с помощью здравого смысла и логики.)

Второе из предложений Неймана, вернемся к ним, заключалось в рекомендации круто изменить стиль всей работы ЭВМ, придерживаясь «принципа хранимой программы». В соответствии с ним программы работы компьютера, как и исходные числовые данные, вводились и хранились в памяти машины.

Из памяти отдельные команды извлекались в устройство управления, где их содержание декодировалось (расшифровывалось) и использовалось для передачи чисел из памяти в арифметическое устройство, для выполнения операций над ними и отсылки результатов счета обратно в память.

Другими словами, Нейман («Видите ли, Джонни вовсе и не чело-

век. Но он так долго жил среди людей, что научился прекрасно их имитировать») предложил процедуру, при которой ЭВМ сама управляла своей работой. Вмешательство человека — оно бы замедлило ход процессов, свело бы на нет все преимущества быстроты ЭВМ — было теперь полностью исключено.

Только после реализации этих революционных идей компьютер смог выказать всю свою прыть, всю резвость, на которую он был способен. Казалось бы, теперь ЭВМ — полновластная хозяйка своих возможностей, ЭВМ сможет решить любую задачу. Но нет, творились удивительные вещи. По многим показателям человеческий мозг по-прежнему превосходил компьютер.

Беда компьютера была в том, что предложенный Нейманом универсальный способ выполнения машинных программ был представлен в виде ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ элементарных операций — хранения в памяти, ввода и вывода, пересылки данных, цепочки арифметических и логических действий. Пока выполнялось одно, все остальное было как бы «заморожено», «обездвижено», ждало своего часа, своей очереди. Машина бездельничала, лодырничала, но явно не по своей вине, а по вине человека, навязавшего ей свои представления о том, как следует работать компьютеру.

Прошли десятки лет. Менялись технологии, языки общения с машинами, однако принципы, заложенные при разработке первого поколения ЭВМ (ЭНИАК, машины на лампах), сохранялись практически неизменными. И... превратились в тормоз развития всей вычислительной техники.

## ЗМЕЙ ГОРЫНЫЧ БЕРЕТСЯ ЗА РАСЧЕТЫ

Наибольшая скорость передачи сигнала в нервных волокнах достигает 120 метров в секунду, или при-



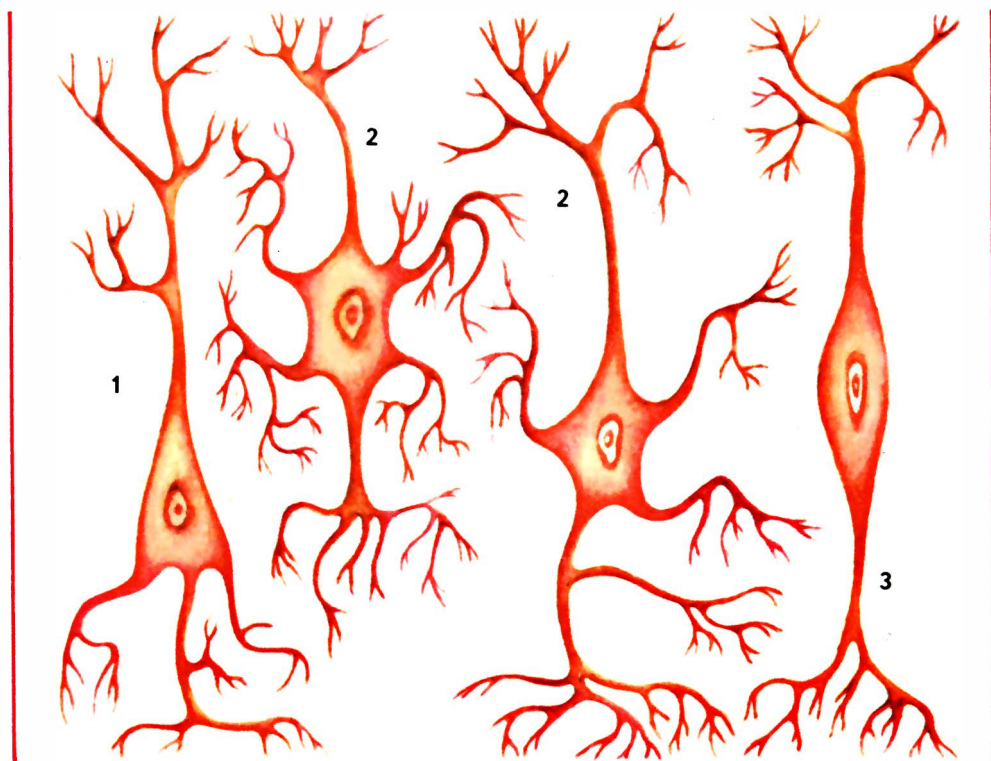


мерно 400 километров в час! Похоже, мы не без оснований употребляем слова «быстра, как мысль». Но электронный сигнал, движущийся со световыми скоростями, оставляет мысль человеческую далеко позади.

Неутешительно для людей и другое сравнение. Клетки мозга не способны генерировать более чем тысячу импульсов-колебаний за

Он обрабатывает информацию не ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО, а ПАРАЛЛЕЛЬНО!

Поясним эту мысль на простых примерах. Допустим, необходимо приготовить обед. Если один человек займется приготовлением закуски, другой — сварит суп, третий — начнет жарить мясо, четвертый — готовить гречневую кашу, пятый — побеспокоится о компоте,



Типы нейронов: 1 — пирамида; 2 — звездчатые; 3 — веретено.

секунду. А в ЭВМ тот же показатель перевалил за миллион. И крайне удивительно, что, подойдя по плотности элементов к природным рубежам, побив все рекорды скорости, электронный мозг по ряду показателей все еще уступает своему природному прототипу.

Почему так? Да потому, что мозг как бы умеет решать одновременно сразу несколько задач.

Шестой — сбегает за мороженым, сестра за стол можно будет очень скоро. Но представьте иное: все операции по приготовлению обеда идут в строжайшей последовательности. Нельзя варить суп, пока не готов салат, нельзя жарить мясо, пока не сварен суп, и так далее. Сестра за обеденный стол придется тогда лишь к вечеру.

Второй пример даст нам... ар-

мия. Если бы выполнение простой команды «поворот направо» исполнялось пошагово: Иванов — направо, Петров — направо и так далее, то это очень бы усложнило управление. Куда проще добиться того же результата при совместных действиях подчиненных. Командир отдает групповую команду: «Направо!» — и взвод, рота, батальон быстро и одновременно исполняют приказ.

Вот это все и есть последовательный и параллельный (ум хорошо, два лучше!) способ решения задачи. И сразу начинаем догадываться, что мозг человека — это словно бы Змей Горыныч о семи головах. (Если бы этому поумневшему в наш научный век сказочному созданию предложили взяться за расчеты, он бы, несомненно, сумел бы с толком распорядиться своими головами!)

Многоголовая ЭВМ — вот хорошая идея: перейти от однопроцессорных (либо отдельная ЭВМ, либо ее часть — отдельный микропроцессор) к многопроцессорным (многомашинным) вычислительным комплексам.

Мысль, казалось бы, проста. С чем не справится одна ЭВМ, с легкостью сделают десятки, сотни машин. Надо только распараллелить их работу, разбить задачу на множество подзадач, распределить их между машинами и заставить всех их трудиться одновременно. Ограничений в этом подходе нет. Весь вопрос только в том, как умело организовать архитектуру многомашинных систем, их коллективную память, все каналы обмена данными. И тут возникли трудности.

Распараллелить работу ЭВМ пытались многие и у нас в стране, и за рубежом. Было предложено великое множество типов многопроцессорных систем. Магистральные, конвейерные, векторные, кольцевые, матричные, звездные, циклические, иерархические, ассоциативные, рекурсивные и многие другие. Но решились ли они проблему? Нет.

Как же быть? Как найти принципиально новые подходы? А может, стоит более внимательно присмотреться к тому, как аналогичные проблемы решает природа?

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ КОММУТАЦИЯ

Когда на микрофотографиях (срезы мозговой ткани) видишь нейронные заросли, поражаешься: оказывается, природа давно ввела для мозга «стандартизацию» его рабочих элементов. Все богатство мышления имеет основой бесконечно однообразный повтор однотипных образований — нервных клеток, или нейронов. Основных форм нейронов всего три: одни по виду напоминают пирамиду, другие — звезду, третьи — веретено (отсюда названия: нейроны «пирамидальные», «звездчатые», «веретенообразные»).

И связи нейронов между собой банально стереотипны. Одни из многочисленных ее отростков — дендриты (от греческого «дендрон» — дерево, они напоминают раскидистую крону), — словно усики антенн, улавливают, собирают сигналы, поступающие от других нервных клеток; другие, более протяженные, чем дендриты, — аксоны (от греческого «аксоном» — ось) — напоминают провода, по которым нейрон посылает возбуждения-приказы своим соседям.

Видимо, именно стандартизация, взаимозаменяемость мозговых узлов в основном и обеспечивают высокую живучесть, надежность мозга. Считается, что ежедневно в человеческом мозгу гибнут тысячи нейронов, и к 80 годам — простые подсчеты — выходят из строя миллиарды (до 30 процентов!) нервных клеток. И все же и в преклонном возрасте мозг может функционировать вполне нормально.

Завидное качество! Оно очень бы пригодилось ЭВМ, управляющим особо ответственными объек-



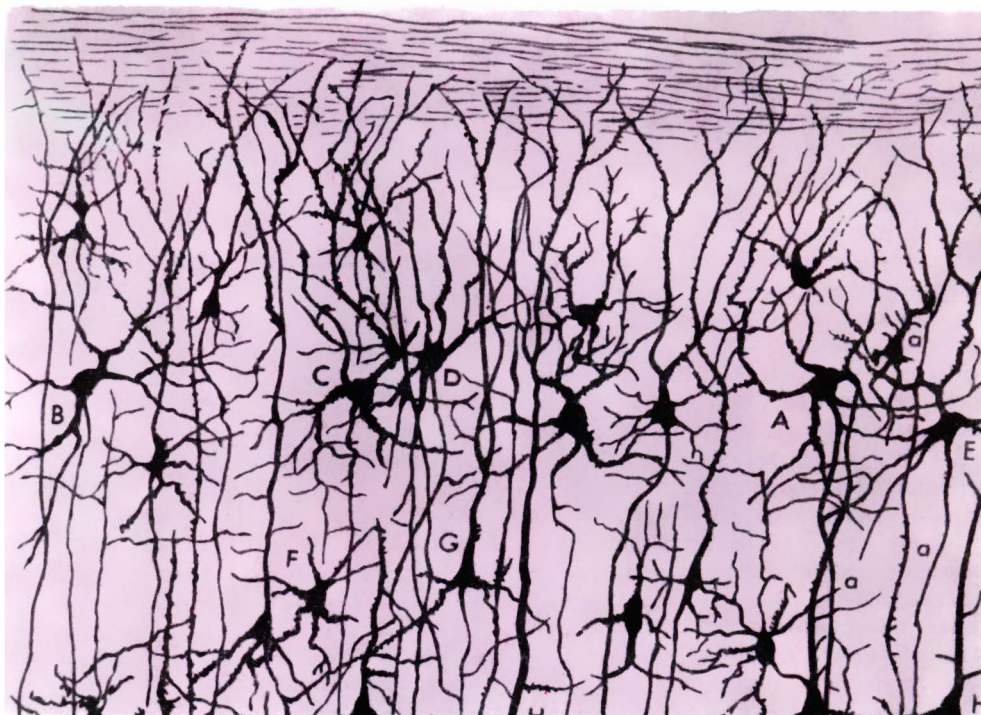


Рисунок нервной ткани из зрительной коры мозга крысы. Буквами помечены отдельные нейроны.



Девушка-телефонистка у коммутатора.

тами, и было бы полезным, скажем, при работе наделенных искусственным интеллектом роботов, находящихся в зонах, опасных для здоровья и жизни людей. Роботов, ко-

торые в будущем станут разгуживать по льдам Антарктиды, по дну океанов, по поверхности пыльного Марса, облачной Венеры, там, где «мозг» робота не может избежать увечий и где от него тем не менее требуется повышенная надежность.

Если и есть какая-то ущербность в унификации «деталей» мозга, то она с лихвой покрывается невероятным количеством «атомов» мышления. Хотя нейронов в мозге и менее, чем звезд в Млечном Пути, но их пока гораздо больше, чем людей, населяющих нашу планету. Это сверхизобилие связей, сверхбогатство мозговых «путей», коллективный характер работы нейронов и обеспечивают невероятную гибкость, пластичность мозга.

Нейронные ансамбли, или нейронные сети, вовсе не являются жесткими образованиями. Они

формируются в зависимости от той или иной необходимости, продиктованной внешними или внутренними условиями. После же решения определенной задачи нейронный «оркестр» распадается, а освободившиеся нейроны могут тут же войти в состав новых нейронных «созвездий».

Кто дирижирует работой мозга? Как осуществляется мобилизация нейронных систем, их роспуск? Все это важные, во многом еще не решенные проблемы. Удивительную догадку на этот счет высказал И. П. Павлов. В «Лекциях о работе больших полушарий головного мозга» (1909 год) он сравнивал образование условных рефлексов с работой... телефонного коммутатора.

Станный, казалось бы, образ, вызывающий в памяти когда-то существовавшие станции, где сидели барышни-телефонистки. Они отвечали абоненту, как только тот снимал трубку, и, манипулируя шнурами, вставляя металлические штыри в нужные гнезда, соединяли его с другими абонентами. Но высказывание ученого покажется уже не столь невероятным, если вспомнить, что техника очень скоро заменила телефонисток (в часы пик они могли обслужить лишь сотню абонентов) АТС, которые способны обслужить уже десятки тысяч номеров. И тут уже биологическая коммутация начинает казаться вполне правдоподобной.

Трудно, конечно, судить, насколько понимание всех отмеченных выше биологических тонкостей работы мозга помогло члену-корреспонденту АН СССР ректору Таганрогского радиотехнического института (ТРТИ) имени В. Д. Калмыкова Анатолию Васильевичу Каляеву, когда он в 1978 году в монографии «Однородные коммутационные регистровые структуры» сформулировал технические идеи, на удивление близкие тому, что миллионы лет назад «высказала» щедрая на выдумки природа.

Но как бы там ни было, ключевыми словами для оригинального, совершенно нового подхода к архитектуре ЭВМ стали слова «однородность» (впрочем, справедливости ради, необходимо заметить, что предложение собирать сами компьютеры и их комплексы из однотипных стандартных блоков высказывалось задолго до работ А. В. Каляева, тут он шел по уже проторенной дорожке) и «коммутация». Да, та самая коммутация, которая годна не только для обеспечения телефонных разговоров, но и для мгновенной связи между десятками и сотнями ЭВМ.

Идеи Каляева подхватили его многочисленные ученики и соратники. Их научная разработка осуществляется в созданном при ТРТИ НИИ однородных микроэлектронных вычислительных структур (сокращенно НИИ ОМВС), в Институте, единственном в мире по уникальности своей тематики.

## В ТАГАНРОГСКОМ РАДИОТЕХНИЧЕСКОМ

Мысль побывать в Таганроге, старинном русском (основан Петром I в 1698 году) городе, расположенном на побережье Азовского моря, городе, где живут и работают люди, создающие компьютеры пятого поколения, компьютеры, в которых еще больше стирается грань, отделяющая машины от живых объектов, запала в душу автора этой книги. И вот (сначала самолетом до города Ростова-на-Дону, затем несколько часов езды на машине) я в Таганроге. К сожалению, Анатолия Васильевича Каляева в то время в Таганроге не оказалось, поговорить с ним не удалось. Однако его сотрудники ввели меня в суть дела.

«Наш институт,— рассказывал заместитель директора НИИ ОМВС доктор технических наук Вячеслав Филиппович Гузик,— разрабатыва-



Таганрог.  
Бронзовый памятник  
Петру I,  
основателю города  
(скульптор  
М. М. Антокольский).

ет многопроцессорные вычислительные системы с программированной архитектурой или короче — МВС с ПА. Это значит, что в них будет программироваться не процедура вычислений, как прежде, а сама их структура. Исходя из данных конкретно решаемой задачи может быть создана любая адекватная задаче вычислительная структура. Сделать это позволяет целая сеть связанных между собой однотипных коммутаторов, распределенных по «телу» вычислительного комплекса. Эти коммутаторы и создадут нужные каналы связи».

«А что такое коммутатор?» — спрашиваю я.

«Если говорить просто, то это электронный ключ, который можно «включать» или «выключать», соединив или разъединив ближайшие работающие элементы. Ключ этот можно снабдить собственной памятью и логикой, и тогда, как в жи-

вом мозге, удастся слить оперативную память с операционным устройством. И обработка информации будет идти попутно с процессами ее запоминания и передачи».

«И что все это дает?» — снова интересуюсь я.

«Скорость работы таких многофункциональных систем возрастает в сотни раз. Очень простым становится их программирование. Оно теперь ведется не на языках низкого уровня, на основе элементарных команд, а на естественном языке математики и логики. Машина будет понимать язык символов, оперировать языками высокого уровня, сразу осуществляя выполнение крупных операций типа интегрирования, дифференцирования, умножения матриц, сложения векторов и так далее. Еще достоинство универсальной коммутации: отпадает необходимость производить сотни и тысячи типов



больших интегральных схем (БИС), что, очевидно, совершенно нерентабельно и нетехнологично. Теперь же можно будет ограничиться небольшим числом интегральных систем (с перестраиваемой структурой), что обеспечит их дешевизну, надежность и ремонтоспособность. При выходе из строя тех или иных БИС достаточно их заменить, либо просто отключить коммутационную структуру указанных интегральных схем от остальной системы, а необходимое число БИС (ведь все они на один лад!) нарастить в другой области вычислительной системы».

Удивительно! В телефонии, телеграфном деле коммутаторы, устройства, служащие для соединения между собой аппаратов, линий и каналов связи, служат добрую сотню лет. Но никому до А. В. Калыева не пришло в голову использовать принцип коммутации в ЭВМ, ввести его в структуру больших интегральных схем. Эти новейшие схемы мне довелось увидеть воочию.

Мне дали поддержать в руке не то брошку, не то «паучка» величиной с небольшую почтовую марку, с множеством желтых ножек. Затем попросили посмотреть на него в микроскоп. Я увидел на «спинке» ювелирное плетение алюминиевых, сияющих золотистым блеском нитей. Словно созданных искусным волшебником-ткачом.

«Это и есть БИС с программируемой структурой,— объяснили мне.— Это техническая новинка. Предложил ее наш Институт. Такие не имеющие аналогов в мировой практике БИС уже внедрены в серийное производство. Их выпускает Ленинградское научно-производственное объединение «Светлана» и другие предприятия...»

## ИНТЕГРАЛОМ И ПАЯЛЬНИКОМ

Много интересного довелось мне увидеть и узнать в Таганроге. ТРТИ, оказывается, был первым в

стране (создан в 1952 году) радиотехническим вузом. Этот первенец, примерно 15 лет назад, стал инициатором создания совершенно новой формы вуза— учебно-научно-производственного комплекса (УНПК сокращенно). Единой организации, состоящей из собственно вуза, где идет обучение студентов, научного института (НИИ ОМВС), двух ОКБ (особых конструкторских бюро), ряда отраслевых лабораторий, студенческих конструкторских бюро, вычислительного центра и строящегося сейчас силами трех министерств опытного завода.

Этот комплекс проводит единую научно-техническую политику. Когда завод построят, здесь будет реализован замкнутый цикл: «научно-исследовательская разработка— конструкторская разработка— опытно-промышленный образец». Другими словами, замыслы таганрогских ученых тут же, на месте, будут руками конструкторов, инженеров и технологов обретать плоть и кровь, будут превращены в готовые изделия.

Какова же роль студентов в этом важном деле? Самая непосредственная. После организации УНПК студенческие исследования стали плановыми, они были включены в расписание занятий.

Все студенты 4-го и 5-го курсов один раз в неделю полный рабочий день трудятся в НИИ, КБ или экспериментальном цехе, выполняя задания, рассчитанные на полтора-два года. Добровольно выбрав себе тему по душе (конечно, с учетом профиля кафедры), студент видит полезность своего труда. У него и к учебе появляется совсем иное отношение. Он варится в научной кухне, осваивает (попутно) документацию, метрологию, учится работать в коллективе. Обычно тут же под руководством опытных наставников выкристаллизовывается и тема будущего диплома. Тема, которая позднее может перерасти в серьезную научную работу...



*Памятник А. П. Чехову  
в Таганроге  
(скульптор  
И. Рукавишников).*

В Таганроге я убедился еще и в том, насколько полезен для дела осуществленный в ТРТИ творческий союз микроэлектронщиков с разработчиками ЭВМ. Взаимные консультации, споры на семинарах, экспресс-обмен рабочей информацией, просьбы что-то срочно изменить в интегральных схемах или в структуре ЭВМ, если «стыковка» идет с трудом,—годы тесной совместной работы приносят обильные плоды. К примеру, микропроцессор «Девиз-2», в котором использован принцип выполнения крупных операций за счет программирования структуры, уже внедрен в серийное производство на предприятиях Минэлектронпрома.

...Множество впечатлений увозил я из Таганрога. Вспоминались памятник Петру I (работы Антокольского), застывшая на дальней кроме мыса Таган-Рог фигура, со

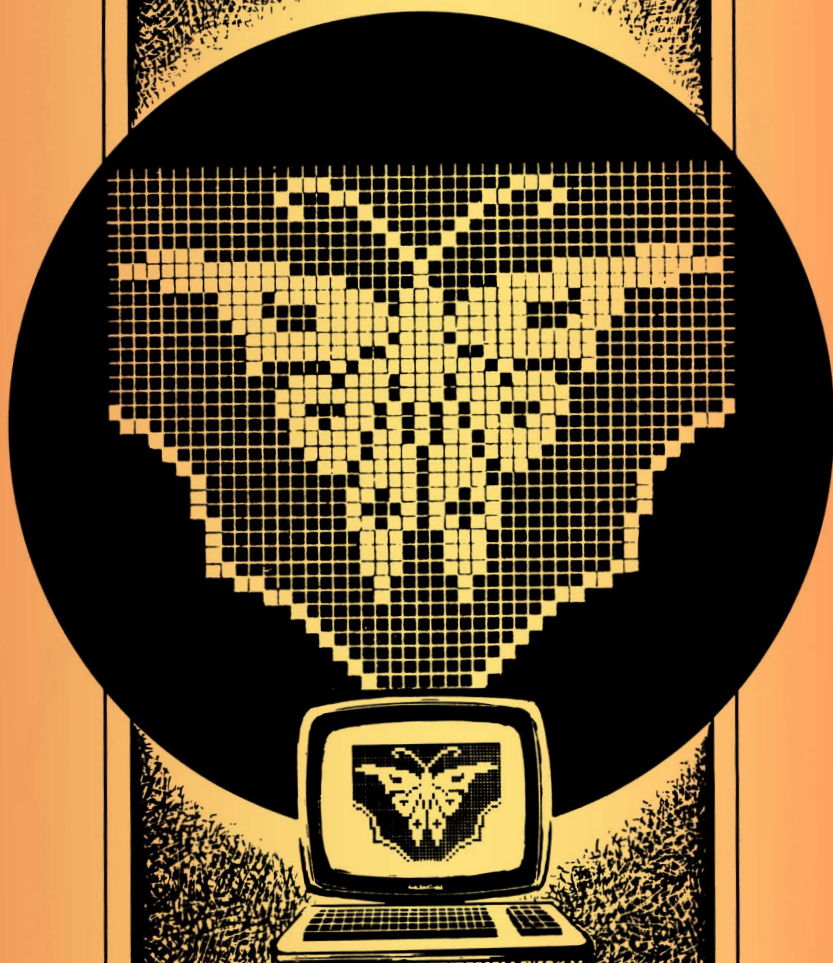
взглядом, устремленным поверх летящих чаек в дали Азовского моря, маленький аккуратный беленький домик, где родился и некоторое время жил будущий писатель А. П. Чехов.

В памяти остались и разработчики БИС, сидящие перед экранами дисплеев, склонившиеся над микросхемами. Запомнились и беседы со множеством людей, которые «интегралом и паяльником» завершали воплощение мыслей, высказанных теоретиками новой вычислительной техники.

Но главное, что удалось вынести из поездки в Таганрог,—то, что, стремясь к техническим идеалам, отталкиваясь от безжизненных «железок», мало заботясь о подражании, человек подчас невольно как бы переизобретает то, что давным-давно было запатентовано в живой стихии.

**Глава**

**8**



**ОПИРАЯСЬ  
НА ТРАНЗИСТОРНЫЕ  
ПЛЕЧИ**



— Но не сделает ли компьютер детей сухими, слишком расчетливыми?

— Если нас телевизор не слошил, то компьютера бояться нечего. Он в личную жизнь не вмешивается, голубое небо не перекрашивает и запах полыни не забывает. А работать действительно надо четко, расчетливо.

Р. СВОРЕНЬ. «НУЖЕН ЛИ ПЕРСОНАЛЬНО ВАМ ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР?»

1985 год. Москва. В Лужниках большой праздник. Здесь проходит XII Всемирный фестиваль молодежи и студентов. Украшением этого значительного в жизни планеты события стали многоцветные живые «картины», их создавали девять тысяч спортсменов, размещенных на Восточной трибуне Большой спортивной арены.

Огромный вклад в это феерическое зрелище (им наслаждались телезрители как нашей страны, так и многих зарубежных стран мира) внесли не только режиссеры, композиторы, музыканты, статисты, но и компьютер. Более 500 кадров-картин — земной шар в сетке меридианов, человеческие руки, держащие зеленый росток, горячие лучи солнца — расписала машина, взяв на себя рутинную работу по кодированию цветовой информации в каждой из девяти тысяч точек «живого фона». Прежде на это ушло бы полгода. Теперь всю партитуру удалось переложить «на ноты» в общей сложности за один месяц.

ЭВМ взяла на себя и творческую часть дела. Она занялась сочинением цветомузыки, проявив при этом богатую фантазию.

Помощь вычислительных машин становится будничной, привычной. Уже сейчас — не в каком-то отдаленном будущем, не в туманных, рисуемых фантастами далях! — человек, ища поддержки, все чаще опирается на транзисторные плечи.

## УПРАВЛЯТЬ ПЛАНЕТОЙ

Хотя возраст у ЭВМ уже немалый, сейчас они словно бы внезапно вторгаются в нашу жизнь. Кое-кого

вторжение это явно застало врасплох. Кое-кто ворчит: «Компьютеры — это дело ученых. Я жил без ЭВМ и век свой без нее проживу».

Правы ли эти ворчуны? Можно ли теперь жить в кибернетической тени, вне яркого света компьютерных лучей? Можно ли переждать это компьютерное времечко, отсидеться до поры?

Ответ на эти вопросы дает видный советский математик и физик Герой Социалистического Труда академик Александр Андреевич Самарский. В своих статьях, устных выступлениях он много раз касался этой темы.

Самарский отмечает, что живем мы в необычное время. Сейчас научно-техническая революция идет в условиях ОГРАНИЧЕННОСТИ материальных и людских ресурсов. И добавляет, что, по К. Марксу, всякая экономия сводится в конечном счете к экономии времени. Значит? Значит, торопыги-компьютеры нужны всюду: ВСЕ надо брать на учет.

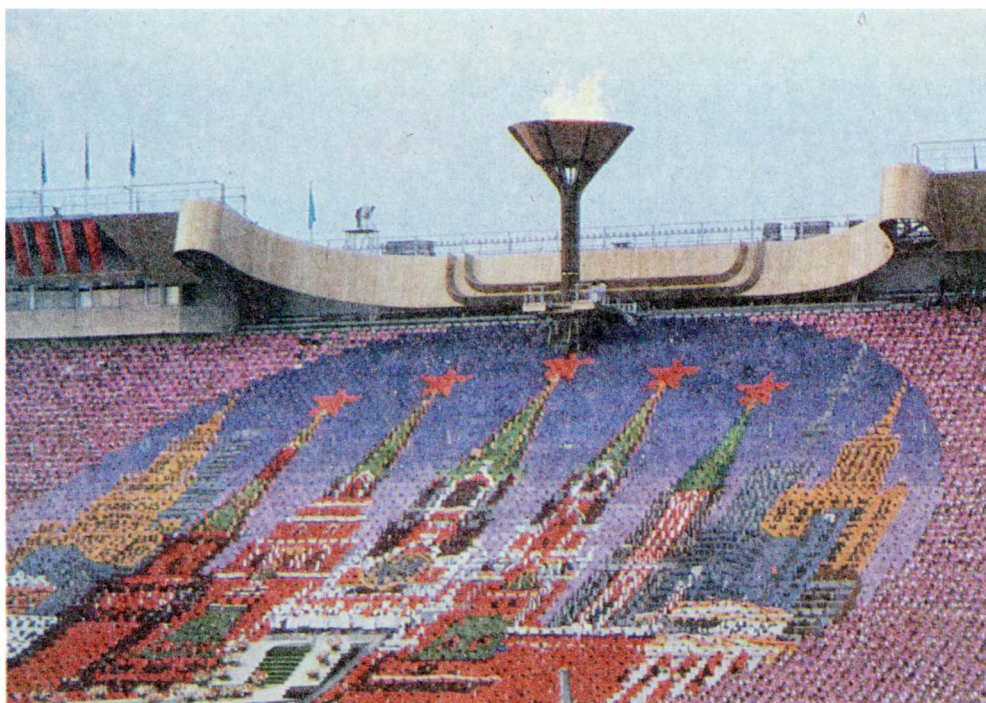
Новая технология? А нельзя ли делать дело еще лучше, быстрее, дешевле, тратить поменьше энергии, получать минимум отходов и их как-то с толком использовать? Научное открытие? Может, его приспособить к такому делу, о котором ученые и не помышляли, когда это открытие делали? Нельзя ли рабочего заменить роботом, а человеку предложить творческую задачу? Как лучше оплачивать труд? Как предусмотреть сбои в производстве?..

Вопросов тысячи. Голова кружится от них. Решать надо срочно. Ясно: без ЭВМ тут не обойтись, компьютеры нужны всем. Это не только дело ученых и инженеров, это общее дело.

Но послушаем Самарского дальше. Он утверждает, что все проблемы теперь укрупнились, стали ГЛОБАЛЬНЫМИ. Они касаются не только людей, живущих в данном городе или области, в данной стра-

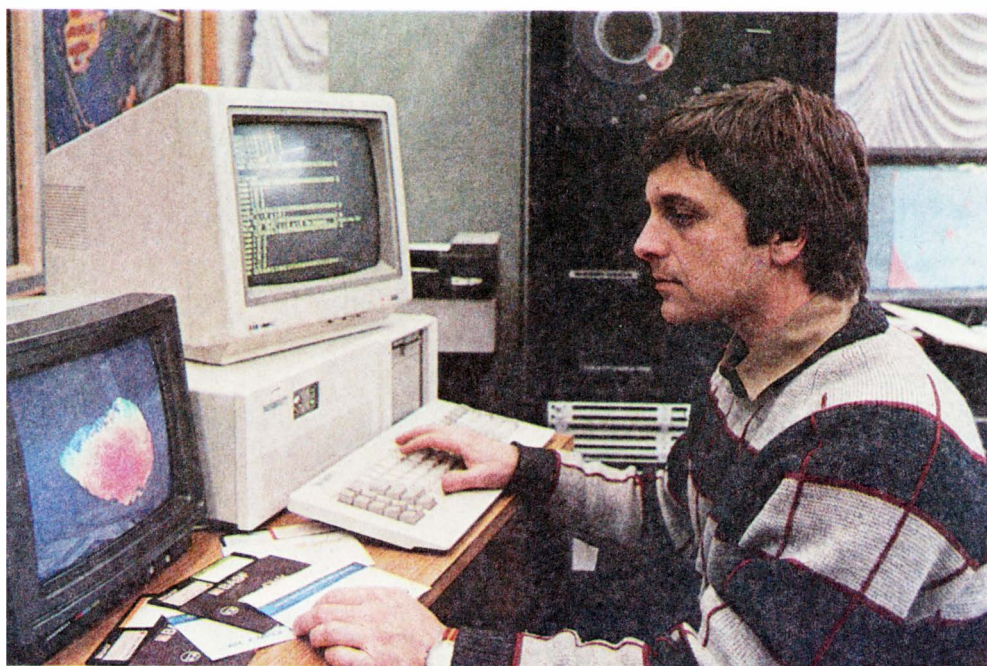


*Москва. Большая спортивная арена Центрального стадиона им. В. И. Ленина. Торжественное открытие XII Всемирного фестиваля молодежи и студентов.*



*Во время церемонии открытия XII Всемирного фестиваля молодежи и студентов. Фестивальный огонь зажжен!*





*Компьютер помогает следить за полетом кометы Галлея. Наблюдение ведет сотрудник Института космических исследований АН СССР Андрей Озолин.*

не или на таком-то материке. Многие проблемы приняли уже планетарный характер. Экономические, энергетические, экологические кризисы — земляне уже знают, что это такое. Как предотвратить кризисы? Как сделать развитие цивилизации плавным, без войн и прочих катастроф?

Необходим, как говорят ученые, **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД**. Надо принять в расчет не только несколько основных факторов, как это делали прежде, но все (!), что связано с данной проблемой, всю **СИСТЕМУ** данных по изучаемому вопросу. Но эта галактика информации может быть освоена только электронной «головой». Вновь без помощи компьютеров человеку не обойтись.

Если короче, то, по существу, нужно учиться (к этому и призывает Самарский и другие ученые) **УПРАВЛЯТЬ ПЛАНЕТОЙ**. Нужно уметь рассчитывать не только атомные и термоядерные реакторы, траекторию космических аппаратов. Не



*Компьютер может стать и шахматным партнером. Однако число вариантов в шахматах настолько грандиозно, что возможности электронного шахматиста оказываются (пока?) весьма ограниченными, в играх с гроссмейстерами-людьми ему придется нелегко.*

только давать прогноз землетрясений, моделировать развитие звезд и солнечной активности, но — тут уж



*Компьютер  
дает возможность  
писать световым  
карандашом  
ноты прямо  
на экране дисплея.  
Нотная запись тут же  
запечатлевается  
в памяти ЭВМ.*



*Мечта композитора —  
электронно-  
музыкальный  
комбайн.  
Подобная ЭВМ  
значительно  
облегчит создание  
музыкальных  
произведений.*



задачи поважнее и посложнее! — надо научиться предвидеть и эволюцию земных растений, и развитие мировой экономики и уметь решать многие другие вопросы, затрагивающие жизнь и судьбы всей нашей цивилизации, например, возможное изменение климата планеты, данного нам в единственном экземпляре, — экспериментировать с ним мы не можем, и тут поневоле

приходится прибегать к расчетам. И впервые за всю историю науки ученый-теоретик, владевший ранее лишь пером, бумагой и нехитрым инструментарием, получил в руки могучий и современный инструмент — компьютеры. Тем самым он как бы сравнился по вооруженности интеллекта с экспериментатором, обладающим радиотелескопами, многокилометровыми ускорителя-

ми частиц, магнитными ловушками и прочими «тяжелыми орудиями» науки.

Конечно, для столь грандиозных проблем нужны и сверхмощные компьютеры. Поэтому в нашей стране (совместно с другими партнерами по СЭВ) для решения важнейших народнохозяйственных задач разрабатываются суперЭВМ с быстродействием до 10 миллиардов операций в секунду (иначе пришлось бы потратить на вычисления многие годы, а то и десятилетия).

Свои выступления академик А. А. Самарский часто заканчивает такими словами: «КАДРЫ, ОВЛАДЕВШИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ, РЕШАЮТ ВСЕ». И дополнить эту фразу ученого можно так: ЭВМ вовсе не новый вариант сказочной скатерти-самобранки, не надо думать, что поставишь компьютер и можно будет вздохнуть спокойно, предаться праздности, безделью. Нет! ЭВМ — это оружие конца XX века (так же, как в каменном веке оружием была палка с прикрепленным к ней сколом камня), оружие действенное и совершенно необходимое человеку.

И завтра чернорабочим окажется всякий, кто не научится обращаться с ЭВМ, не возьмет ее себе в союзники.

## КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ БУКВАРЬ

- Скажите, дети, что это?
- Компьютер!
- Что он делает?
- Учит нас математике.
- Нравится вам учиться с компьютером?

— Очень, — последовал единодушный ответ малышей.

Так в ташкентском детском саду № 74 начинается очередной урок арифметики (1985 год, об этом писали газеты). У шестилетних малышей при одном виде красивых корбочек с лампочками радостно светятся глаза...

Компьютеризация в нашей стране набирает силы. Играя с ЭВМ (машина способна на экране-дисплее с помощью текстов и картинок ставить задачи разного рода, которые можно решать в диалоговом режиме, по сути ведя беседу с компьютером), малыш приобретает разнообразные знания о мире, постигает уже в дошкольные годы азы школьной программы.

Школьникам ЭВМ предлагает вещи и посерьезнее. Компьютер может имитировать на экране поведение электрона, движущегося в сложном электромагнитном поле, или движение планет заданной звездной системы, или работу человека за пультом электростанции, в кабине космической ракеты...

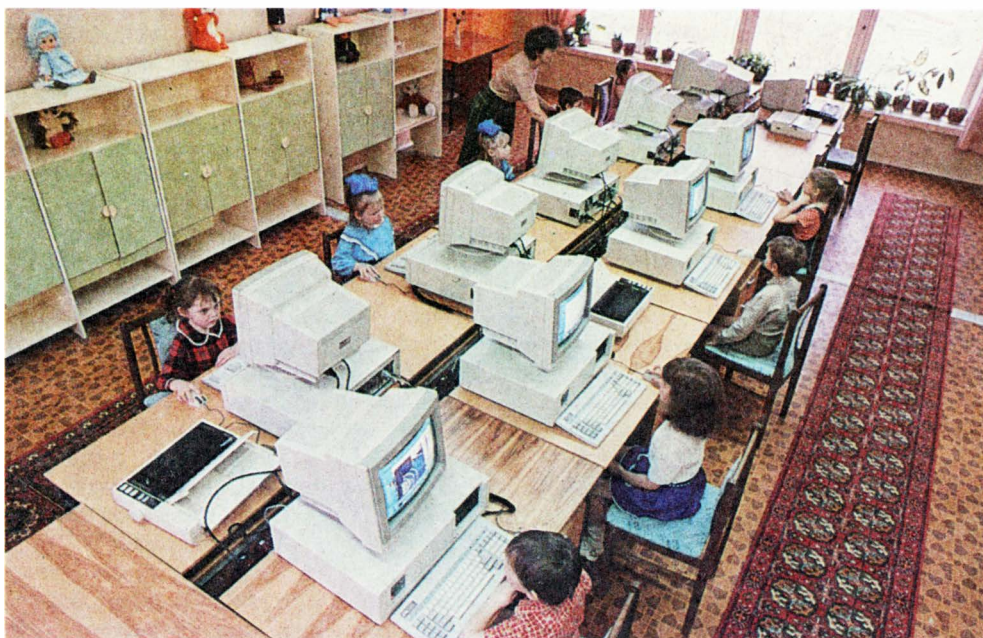
Для ЭВМ важны лишь твои истинные качества. О том, отличник ты или нет, она не ведает. Машина не знает таких отметок, как три «с минусом» или «натянута» пятерка. Твоя устоявшаяся репутация ее не волнует: будь добр, отвечай без ошибок, и твои ответы оценят совершенно объективно.

Понятия «отстающий» ученик, «успевающий» изменят свой смысл с приходом в школу ЭВМ. Машина научит, подскажет, поможет, но и спросит строго и беспристрастно.

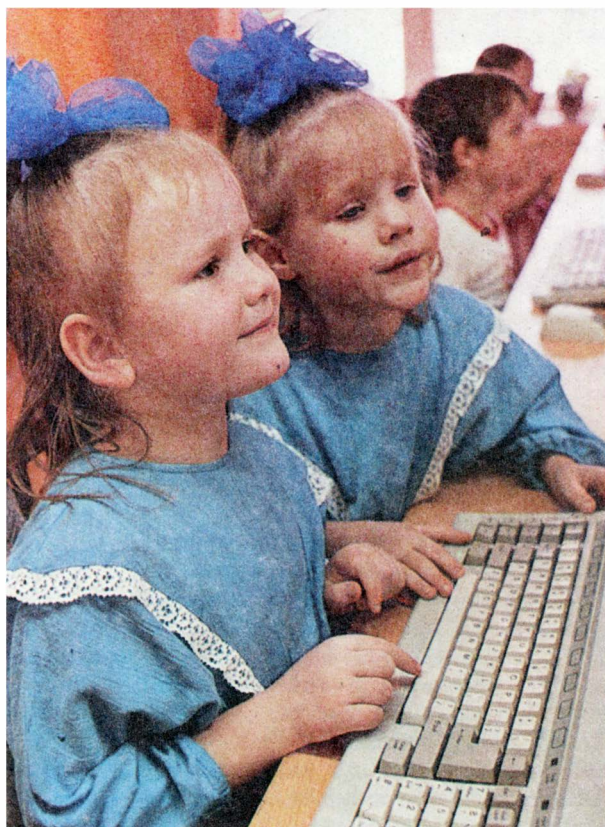
Но не надо полагать, будто компьютер подменит учителя. Умелый педагог, комментируя машинные уроки живым словом, добьется гораздо большего. Ведь корень учения не должен быть слишком горьким, нельзя отправлять его в рот сырым. Тут-то талантливый педагог и проявит все свои дидактические умения...

Как утверждают учителя, уже поработавшие в компьютерных классах, тот, кто хоть раз решил задачу на компьютере, выходит на новый уровень мышления, на новый уровень грамотности. Последние три слова полны глубокого смысла.

В двадцатые годы в нашей стране всеобщая грамотность была едва ли не главным лозунгом молодой



*Компьютеры  
в детском саду № 2  
города Троицка  
Московской области.*



*Занятия-игры  
с компьютером.  
Сестренки Марина  
и Оксана Мазяевы.*



Республики Советов, рабочий и колхозница садились за букварь. Всеобщая грамотность была обязательным условием претворения в жизнь грандиозных планов первых пятилеток.

История сейчас как бы повторяется. Сегодня вся наша страна вновь садится за учебу, открывает «кибернетический» букварь, хочет подняться на новый уровень грамотности, ибо без ЭВМ задача ускорения научно-технического прогресса (ее поставила перед народом партия) невыполнима.

Сейчас за «электронную» парту садятся все: от школьников до академиков. Всем придется постоянно учиться и постоянно переучиваться. (И далеко не ясно, кому при этом будет труднее: малым детям или же маститым высокоученым специалистам.)

## С МИКРОПРОЦЕССОРОМ В СЕРДЦЕ

*Дон Жуан: Я верю, Сганарель, что дважды два четыре, а дважды четыре — восемь.*

*Сганарель: Хороша вера, и хороши догматы! Выходит, значит, что ваша религия — арифметика?*

Ж.-Б. МОЛЬЕР. «ДОН ЖУАН, ИЛИ КАМЕННЫЙ ГОСТЬ»

Собака, лошадь, телефон, радио, автомобиль, телевизор, компьютер... В этом длинном (а мы многое пропустили!) перечне приобретений человека ЭВМ занимает особое место.

Полная информатизация общества, когда все сведения и данные, накопленные цивилизацией, будут сосредоточены в машинах, — это время не за горами. (Уже подсчитано: в будущем каждый активный гражданин будет иметь в своем распоряжении, на производстве и в быту, 8—10 ЭВМ самого разного калибра, число всех вычислительных средств на планете, полагают, будет

исчисляться миллиардами.) Следующий, XXI век, скорее всего, станет «веком информации». Общество из индустриального превратится в информационное. И возникнет совершенно новая для человечества технологическая культура. Она предъявит к человеку повышенные требования.

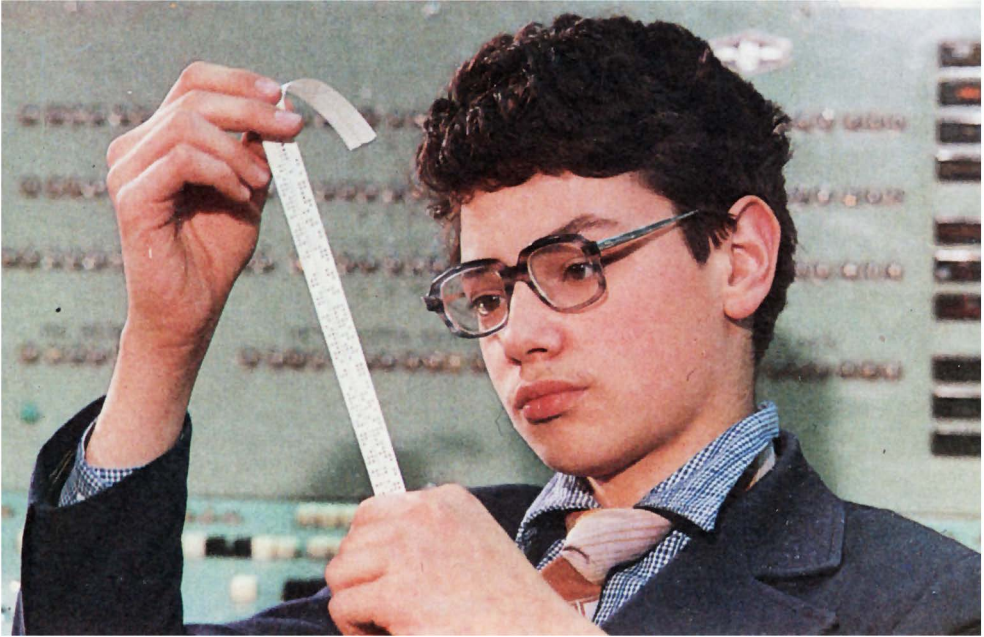
**ПРОГРАММИРОВАНИЕ — ВТОРАЯ ГРАМОТНОСТЬ.** Этот лозунг — лишь скромное начало грандиозной работы по переориентации и тренажу мозга миллиардов людей, населяющих планету. При этом все ресурсы, все затаенные возможности человеческого интеллекта, которые пока ускользают даже от внимания исследователей, будут взяты на учет, рачительно использованы.

Компьютер не потерпит ни малейших отклонений от нормы, ошибок в написании программы, нажима не той клавиши — вообще никакой приблизительности (машина «понимает» не то, что человек имел в виду, а то, что он написал, облек в слова приказа). ЭВМ заставит быть предельно точным там, где сегодня все еще прикидывают на глазок (и поэтому многое теряют).

Повысятся требования и к исследователям. В любой области — от математики до археологии — исследователь должен будет научиться более четко организовывать собственную работу, алгоритмизировать свои научные размышления, с максимальным эффектом использовать «умную электронику».

Человек сделает органической частью своей натуры способность планировать действия, научится выработывать общие правила и найдет способы применять их к конкретной ситуации, сумеет организовывать эти правила в осознанную и выразимую структуру. Не превратит ли все это каждого из нас в программиста?

О программистах стоило бы вести особый разговор. Программист — важная примета нашего



*Юный программист смотрит распечатку программы.*

времени. А программирование — оно же информатика! — скоро станет в школах такой же полноценной дисциплиной, как физика или история.

Прежде слово «программист» ассоциировалось только с математикой. Но теперь выясняется, что программировать можно и работу металлорежущего станка или газовой турбины, редактирование текста, поиск вариантов шахматной партии... Поэтому словосочетания «программист-бухгалтер» или, скажем, «программист-химик» уже никого не шокируют. И должно быть, скоро войдут в повсеместный обиход.

Программирование становится делом привычным. Но лишь немногие отчетливо представляют себе специфику труда программиста. Вот что об этой профессии писал академик Андрей Петрович Ершов, крупнейший специалист по программированию: «Программист должен обладать способностью первоклассного математика к абст-

рации и логическому мышлению в сочетании с эдисоновским талантом сооружать все что угодно из нуля и единицы. Он должен сочетать аккуратность банковского клерка с проницательностью разведчика, фантазию автора детективных романов с трезвой практичностью бизнесмена. А кроме того, программист должен приобщаться к корпоративным интересам, иметь вкус к коллективной работе, понимать цели работ...»

Программист большую часть своего рабочего времени тратит (написание программы, их отладка, поиск и устранение ошибок, сам счет) на общение не с людьми, а с ЭВМ. Долго оставаясь с компьютером один на один, программист начинает воспринимать ЭВМ как живое существо. Средневековые рыцари одушевляли свой меч, моряки парусного флота — корабль, летчики по сей день — самолеты. И программисты «очеловечивают» орудие своего труда.

В ответах на вопросы они так характеризуют ЭВМ: «доброжелательная машина», «суматошная», «обидчивая, хочет доказать, что умнее», «у машины, с которой я работаю, характер кошки», «бывают машины умные, глупые, ленивые, работающие, покладистые и строптивые...».

Собравшая подобные ответы, психолог из МГУ Анна Тоом итожит свои наблюдения следующими неожиданными словами: «Создавая культуру, мы приручили диких животных. Самое близкое нам сегодня существо — собака, оставаясь биологически волком, психологически — уже во многом отражение человека. Может быть, путь технического прогресса — это путь превращения машины из волка в собаку?...»

Да, по всем приметам, похоже, грядет совершенно новая раса людей. Человек, вооруженный компьютером, — это будет уже совсем другой человек! По стилю, по характеру мышления, по самому подходу к стоящим перед ним задачам (да и задачи он будет ставить другие). Неважно, как назвать такого человека — программистом, мыслителем, интеллектуалом. Не имеет значения, будет ли он педагогом, архитектором, экономистом, врачом. Компьютер сблизит все профессии, переиначит все занятия, все области человеческой деятельности на свой компьютерный лад.

Человек будущего... Каким он будет? Похожим на математика?

Герой одного рассказа восклицает: «Будучи математиком, я, естественно, мыслю цифрами. У меня голова гудит от них. Вскройте мне вены, и вместо крови из жил потекут иксы, игреки и квадратные корни. Когда я умру и мое тело вскроют, то у меня в сердце найдут интегралы...»

Настроюсь на эту полушутливую-полусерьезную волну, можно утверждать, что, скорее всего, в венах, в сердце человека будущего,

окруженного многочисленными компьютерами, не расстающего с ними ни в рабочие часы, ни в моменты отдыха, воспринимающего их как неизбежный естественный элемент природы, в крови, в сердце такого человека найдут не игреки, не интегралы — найдут микропроцессоры!

## КОНСТРУИРУЕМ АВТОМОБИЛЬ

Окончена школа, дни студенчества остались позади, получен диплом, впереди — работа. Как изменился ее характер с приходом компьютеров!

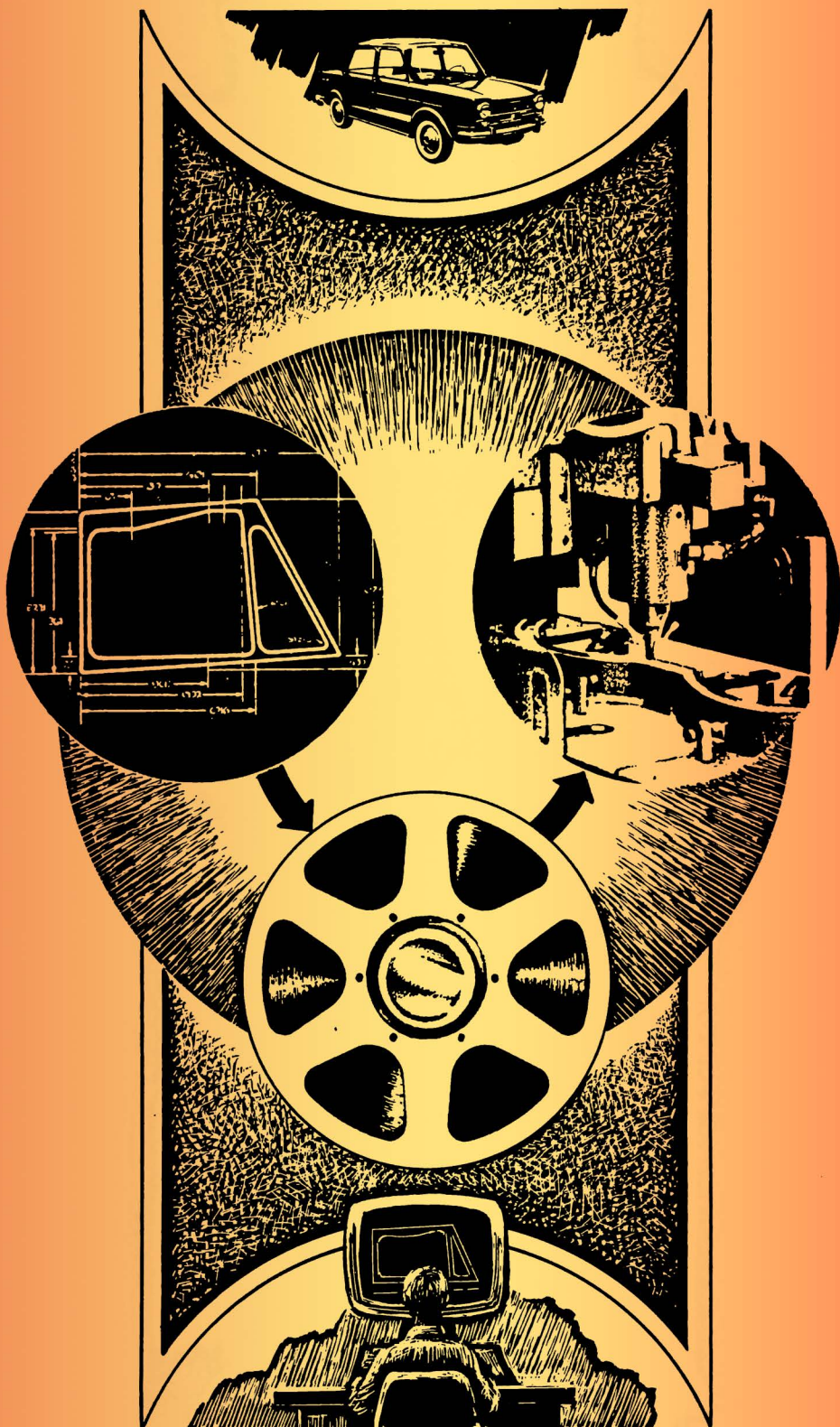
Писатель-публицист Ярослав Голованов вспоминает:

«Я окончил в 1956 году МВТУ им. Баумана. Дипломный мой проект составлял целую книжку расчетов и 16 ватманских листов чертежей, которые я усердно чертил девять месяцев. Слово «дисплей» не существовало тогда ни в реальном мире, ни в словаре фантастов. Никто не представлял себе, что можно чертить электронным карандашом на экране, что можно «приказать» — и нужная деталь предстанет перед тобой в нужной тебе проекции, что где-то в недрах «кибернетического мозга» безошибочно решаются задачи на «развертки» и «пересечения», которые давал нам «на засыпку» беспощадный профессор Арустамов во время экзаменов по начертательной геометрии...»

Вычислительная техника привела с собой такие, становящиеся привычными, аббревиатуры, как АСНИ (автоматизированные системы научных исследований), АСУП (автоматизированные системы управления производством), САПР (системы автоматизации проектирования), ГАП (гибкие автоматизированные производства). Что скрыто за этими сокращениями? Попробуем хотя бы отчасти представить это.

Допустим, вы конструктор, и вам





поручено создать новый автомобиль.

С чего начинали такую работу прежде? Человек воспроизводил образ, модель будущего изделия. «Лепил» макет «в железе». Все это делалось, так сказать, вручную, медленно и не без ошибок. А вот что вам позволит САПР:

буквально увидеть на экране дисплея идею прибора, устройства, машины;

создать их цветные пространственные модели;

изучить в действии;

выбрать оптимальную технологию и, наконец,

управлять самим изготовлением.

А как изменилось вооружение конструктора! Вместо привычного кульмана, «счастливого» карандаша и мягкого ластика, вместо циркуля и линейки рабочими инструментами стали дисплей и клавиатура компьютера, световое перо и графопостроитель. Неоценимую помощь оказывают и использование машинной графики, и набор программ для «вычерчивания» типовых элементов конструкции и спецификаций, мультфильмы, демонстрируемые ЭВМ, дающие наглядное представление о работе будущего автомобиля, экскаватора, самолета...

«Сказка! — пишет Я. Голованов. — Не берусь даже приблизительно сказать, во сколько раз ЭВМ может увеличить производительность труда исследовательского и конструкторского. И более того, насколько может она освободить человека от нудного, бездумного труда, который мы извинительно называем «будничной работой» и который на самом деле есть просто безрадостное, утомительное, чисто техническое копошение. Насколько глубоко может она наделить его истинно творческим содержанием и тем самым подарить главную радость жизни — радость талантливо, быстро и хорошо исполненной работы».

## ПУТЕШЕСТВИЕ К МАТЕРИКУ ЗДОРОВЬЯ

Учеба, работа... Но вот человек заболел, он ждет, что скажет врач... Требуется ли тут помощь ЭВМ? Да, она крайне необходима.

Вспомним одно произведение, которое мы не раз слушали детьми и которое будут, видно, не раз слушать и дети наших детей. Ну можно ли забыть, как бесстрашный Айболит, преодолев все преграды, достиг Лимпопо и излечил зверей Занзибара, Калахари, Сахары и горы Фернандо-По. Вот он стоит под баобабом. В левой руке у него деревянный стетоскоп. Айболит наклонился и приставил трубку к животу лежащего в густой траве бегемотика и внимательно слушает его. Как трудно поставить правильный диагноз! Сделать выбор между «корью, дифтеритом, оспой и бронхитом» звериный доктор никак не может.

И немудрено!

Современной медицине известно около десяти тысяч различных заболеваний. Каждое характеризуется в среднем десятью симптомами. Вот и получается: врач должен держать в голове сто тысяч признаков болезней. И здесь на помощь врачам приходит замечательный помощник — ЭВМ. Память ее безупречна. Она ничего не забудет, ничего не упустит. Ее суждения логичны, объективны и безукоризненны.

Представьте себе, что мы закладываем в вычислительную машину огромное количество фактов о больном: историю болезни, медицинские анализы, условия его жизни, сведения о болезнях родителей, и так далее, и так далее. Компьютер анализирует эти факты, роется в своей необъятной памяти, и на экране вспыхивает диагноз.

А теперь поговорим о географии. Но географии особой, медицинской. Известно ли вам, что каждый из нас в течение своей жизни непрерывно путешествует? Вы мо-

жете безвыездно сидеть в комнате и тем не менее странствовать.

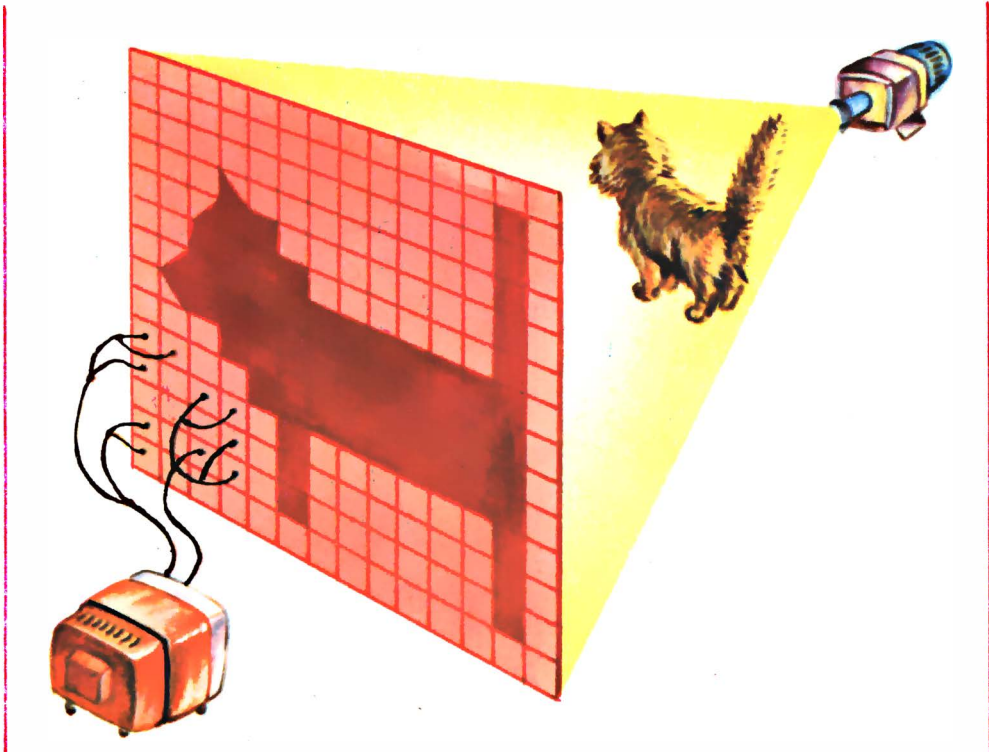
Есть в медицине два материка: материк Здоровья и материк Болезней. На первом расположена страна Абсолютного Здоровья. Есть тут и другие страны, где климат чуть-чуть похуже. На материке Болезней мелкие державы: королевство Ангина, республика Корь, густонаселенная страна Насморк и великая держава Грипп. И вот всю жизнь мы вечно в дорожных хлопотах. Провожают и встречают нас добрые врачи и заботливые медицинские сестры. Вы спросите: а где же находятся эти материки, на какой широте и долготе? Ответить просто. Если температура у вас 36,6, пульс 70 ударов в минуту, гемоглобин в норме, давление хорошее, знайте — вы на материке Здоровья.

По каким трассам «путешествует» сейчас человек? Ответить непросто. Но то, что трудно для врача, легко для ЭВМ. Она вычислит и начертит графики, и светящиеся точки на медицинской географической карте точно укажут маршрут: приближается ли человек к матерiku Здоровья или удаляется от него.

И наступит тот день, когда, посоветовавшись с вычислительной машиной, доктор скажет обеспокоенным родственникам:

«Не волнуйтесь. У Коли короткий привал в стране Слабости. Он пробудет здесь ровно пять дней, затем граница, небольшой таможенный осмотр, и вновь его окрепшие ноги коснутся родных земель Бодрости!»

Да, сейчас книгу об Айболите можно было бы написать иначе.



*Персептрон, этот примитивный электронный глаз, учится распознавать кошку.*



Бесспорно, не стоило бы заменять Орла, на котором летел Айболит, сверхзвуковым самолетом, а Кита — подводной лодкой. Но вычислительная машина обязательно должна была бы быть у Айболита. И, получив телеграмму от гиппопотама, возьмет Айболит ЭВМ, положит ее в карман своего халата рядом со знакомой всем трубкой, термометром и пилюлями, сядет на космический корабль и помчится на Венеру лечить слабых, больных зверят.

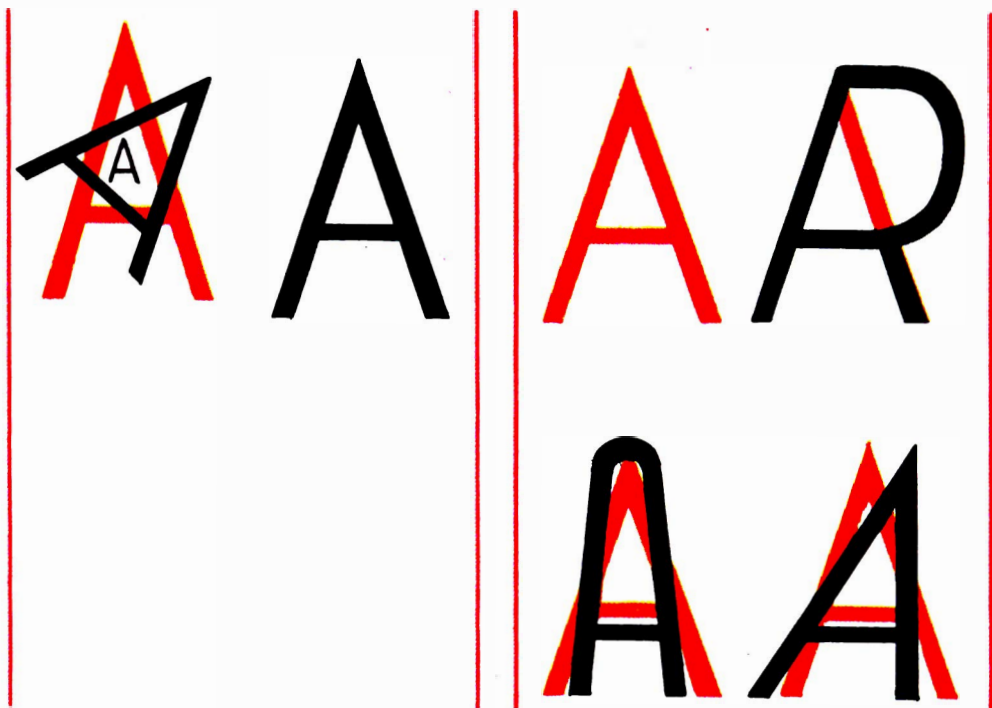
### «РАСПОЗНАВАНИЕМ ЖИВУТ РОЖДЕННЫЕ»

*Мир выглядит молодой красавицей или Брокенской ведьмой в зависимости от того, через какие очки на него смотришь.*

Г. ГЕЙНЕ

Долгое занятие — перечислять все те области, где компьютеры окажут (и уже оказывают) помощь человеку. Об этом можно было бы написать не одну книгу. Но вот что, пожалуй, хорошо было бы сделать. Показать, что ЭВМ, дающие врачу возможность ставить правильный диагноз, прогнозировать ход заболевания, — это вовсе не мечты. Что совсем не надо ждать появления компьютеров пятого поколения с их нечеловеческой мощностью. Что все это можно делать уже сейчас на ЭВМ четвертого поколения.

Итак, за дело! Но прежде отметим, что если копать глубоко, то, по существу, врач занят проблемой РАСПОЗНАВАНИЯ. Он распознает определенную болезнь, выделяет ее из множества других болезней. И если заменить врача



*Мы способны легко отличить букву «А» от других букв, как бы она ни была написана.*

*ЭВМ же подобное дается с трудом.*

*Машина требует стандартных образцов.*

*Но даже и в этом случае возможны ошибки, и буква «Р» окажется более сложней со стандартной «А», чем другие варианты (написания) той же самой буквы.*

математиком, то математик скажет: «Сначала необходимо решить общую проблему — проблему распознавания, а постановка диагноза болезни уже будет частным случаем».

Математик абсолютно прав. Да и проблема распознавания стоит того, чтобы уделить ей какое-то время. Начнем.

С задачей распознавания любой из нас встречается ежедневно, ежечасно и даже ежеминутно. Мы узнаем друг друга, понимаем речь, различаем буквы печатного и рукописного текста. Медики распознают болезнь, геологи по косвенным признакам устанавливают наличие в породах полезных ископаемых, эксперты-криминалисты различают отпечатки пальцев, археологи определяют принадлежность глиняных черепков определенной эпохе. Всюду здесь проявляется способность классифицировать объекты наблюдений, раскладывать их «по полочкам».

Умеет человек — сможет и машина! Подсмотреть у живого его тайны: заменить «палочки» и «колбочки» глаза оптическими датчиками, нервные клетки транзисторами — под таким девизом началась четверть века назад (тогда шла первая волна компьютеризации) работа по машинному распознаванию. В 1957 году американским физиологом Ф. Розенблаттом был построен персептрон — первая техническая модель тракта глаз-мозг. В ней свет фиксировали фотоэлементы, а особые пороговые элементы имитировали функционирование нейронов.

Увы, эта и многие последующие попытки создать искусственный глаз окончились неудачей. Машина (она оказалась «глазами без ума») тогда так и не научилась распознавать изображения независимо от их масштаба, возможного сдвига и прочих преобразований, которые, однако, вовсе не мешают человеку узнавать те или иные предметы.

Горький это был результат. Раздались возгласы: «Ничего и не должно было получиться!», «Мозг человека совершенствовался миллиарды лет. Обучать такое же время машину невозможно. Поэтому попытки создать видящие (как и думающие) ЭВМ — затея нереальная!».

Если в чем-то эти научные перестраховщики и были правы, так это в том, что проблема распознавания стара как мир. Во всяком случае, она намного старше заселившего планету человечества. И совсем неудивительно, что уже в древних (VII век до новой эры) индийских религиозно-философских трактатах «Упанишады» («Тайттирия упанишады») можно прочесть такие строки: «От распознавания рождаются эти существа, распознаванием живут рожденные, в распознавание они входят, умирая...»

Да, проблема распознавания сопутствует человечеству от самой его колыбели. Но отсюда все же не следует, что ее нельзя решить техническими средствами. Проблема тут только в том, как вложить в компьютер те знания, которые так долго набирал, копил человек в ходе своей долгой эволюции.

## КАК ОТЛИЧИТЬ СОБАКУ ОТ КОШКИ

Жизнь торопила. В 60-е и 70-е годы многие, не дожидаясь появления специальных устройств и строгой математической теории распознавания, вынуждены были заниматься этой проблемой. Инженеры и психологи, физики и врачи, математики и физиологи сталкивались с острой необходимостью понять или промоделировать такие функции мозга, как способность «находить сходство», «обобщать», «создавать абстрактные понятия», «действовать на основе интуиции».

И появилось великое — многие

сотни — множество эвристических распознающих алгоритмов (под алгоритмом надо понимать всякое точное предписание каких-то действий: сложение столбиком, например, извлечение квадратного корня из числа и так далее), способов направленной обработки изображений. То были счастливые догадки человеческого ума, результаты долгих математических экспериментов. Совершенно необоснованные, даже кажущиеся порой подозрительными, эти алгоритмы оказывались иногда на удивление полезными и точными.

Собственно, это были первые попытки применения точных методов (математических или околوماتематических) для решения задач в тех областях, где построение точных моделей или затруднено, или вообще невозможно по нескольким причинам: либо соответствующая область знания плохо формализована, не допускает построения сугубо формальных математических моделей, либо информация, с которой приходится иметь дело, столь разнообразна и разнородна, что описание ее какими-то более или менее простыми системами уравнений затруднено.

Исследователи хотели формализовать тот интуитивный процесс, который у людей происходит при обучении. Скажем, когда обучают врача, ему демонстрируют последовательно некоторое количество больных людей, описывают синдромы, симптомы — и постепенно возникает некий «образ болезни». Если по прошествии некоторого времени обучаемому предъявляется новый неизвестный ему пациент, то новоиспеченный врач более или менее точно устанавливает диагноз...

Медицинская диагностика, геологическое прогнозирование, оценка экономических и политических ситуаций, профотбор, автоматизация обработки экспериментальных данных, распознавание не-

исправностей машин и механизмов, интерпретация сигналов при радио- и гидролокации, предугадывание свойств синтезируемых химических соединений — всюду требовались эффективные алгоритмы распознавания. Их созданием, часто на свой страх и риск, занимались большие коллективы исследователей. Немало лет требовала такая работа (она обычно заканчивалась публикацией серии статей, иногда даже монографией). Привлекался большой творческий потенциал (ведущие математики, эксперты), тратились немалые средства.

К сожалению, выпестованные с таким трудом алгоритмы распознавания не только не работали в соседних областях науки или техники, но чаще всего даже в той области, для которой они были созданы, вели себя на удивление «робко». Скажем, алгоритм поиска нефти, удачно подобранный для Западной Сибири, давал осечку в Татарии и бастовал на берегах Каспия. А алгоритм технической диагностики, разработанный для легковых автомашин, не признавал трактора, игнорировал мотоциклы.

(В эти годы поисков один известный советский кибернетик на научном семинаре как-то посетовал: «Я бы все на свете отдал, если бы кто-то мог объяснить мне, как научить машину отличать собаку от кошки. Вроде бы все одинаково: четыре лапы, хвост, два уха...»)

Необходимо было навести математический порядок в этой неразберихе. Задача состояла в том, чтобы, признав как реальность существование и пользу для практики уже созданных алгоритмов распознавания, изучить с помощью строгих математических методов само множество таких процедур и попытаться построить такие обобщающие алгоритмы, которые бы успешно работали в любой области. И почти со стопроцентной вероятностью.



Другими словами, тут требовалась совсем иная математика, математика нового типа.

## НАУКИ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ И ТОЧНЫЕ

Директор Вычислительного центра Академии наук СССР Герой Социалистического Труда академик Анатолий Алексеевич Дородницын увлекается необычным хобби. Он на досуге классифицирует ракушки тропических моллюсков (им собрана большая их коллекция). Пытается по узорам удивительной красоты и сложности, которые украшают раковины, установить род, класс того или иного беспозвоночного, которому эта ракушка принадлежала.

Проблема распознавания образов давно интересует Дородницына. В сентябре 1971 года, когда в Москве на симпозиуме «Практические применения методов распознавания образов» собрались исследователи из Болгарии, Венгрии, ГДР, СССР и Чехословакии, академик сделал очень интересный доклад «Информатика и описательные науки».

Дородницын разделил все науки на точные и описательные. К точным наукам он отнес математику и науки физического цикла (механику, термодинамику, электродинамику, квантовую механику), к описательным — все остальные.

Какая наука точна? Та, что обладает средствами предвидеть с достаточной практической точностью развитие процессов, изучаемых данной наукой. Если этого нет, если исследователи в основном вынуждены строить догадки о том, как пойдет процесс, значит, эта наука все еще остается описательной. Таковы биология, медицина, геология, социология.

Дородницын тогда напомнил в своем докладе, что когда-то, во времена Аристотеля и Платона, то есть тысячелетия назад, все науки,

включая и «царицу наук» математику, были описательными. И превращение многих из них в науки точные произошло постепенно. Как это случилось? Сначала, отмечал ученый, шел медленный процесс накопления информации: собирались сведения об объектах данной науки. Затем наступал этап классификации (она может быть и наивной: так сторожевые собаки делят всех людей на два класса — хозяев и недругов).

Но это все пока была лишь предварительная работа. Наука становится точной только после установления связей и соотношений между ее объектами. Когда таинственным образом возникают «величины» (это не обязательно числа!) и законы (модели отношений), их связывающие (законы Ньютона, Кулона — в физике, законы Архимеда, Паскаля — в механике).

В октябре 1984 года, выступая уже на Всесоюзной конференции по информатике, Дородницын существенно дополнил свои старые высказывания. Он отмечал, какие громадные выгоды сулит человечеству превращение описательных наук в науки точные.

«Вся современная техника, весь ее поразительный прогресс, скажем, за последние 200 лет, — говорил академик, — стал возможным только потому, что науки, на которых эта техника базируется (механика, физика, химия), были «математизированы», и каждый новый объект мог быть заранее рассчитан. Попробуйте представить себе, кем бы мы были сейчас, если бы каждый дом, каждый мост, каждый паровоз, каждый радиоприемник необходимо было бы создавать методом случайных проб и ошибок! А ведь в биологии, медицине, агрикультуре это и есть основной метод создания новых объектов.

А если эти науки мы превратим в точные, тогда любой результат можно будет заранее рассчитать? Я не хочу говорить, что это будет

значить для человечества. Пусть каждый сам постарается представить себе результат.

Вот почему я считаю задачу внедрения методов информатики (математические методы, базирующиеся на компьютерной технике.—Ю.Ч.) в описательные науки одной из важнейших, быть может, самой важной проблемой близкого будущего».

## АЛГЕБРА АЛГОРИТМОВ

Во многих остающихся до сих пор описательными науках человек действует уверенно только потому, что обладает врожденной способностью к распознаванию. Передать это свое умение машинам крайне важно (это и подчеркивал Дородницын). Сейчас мы, совершив «экскурсию» в одно из научных подразделений, расскажем о крупных успехах советских ученых, работающих в этой трудной области.

...Эта прикрепленная к стене картинка-извещение сразу же, помню, с порога, бросилась мне в глаза. На белом фоне черные квадратики вычерчивали величественные контуры Эйфелевой башни и правее — силуэт Триумфальной арки. Так анонсировалась международная конференция ученых (октябрь 1986 года) по машинному распознаванию образов.

Я, москвич, с легкостью различал приметы малознамого мне Парижа. А что ЭВМ? Насколько сильны они в задачах подобного рода? За ответом на этот вопрос я и пришел в Вычислительный центр Академии наук СССР, в отдел проблем распознавания, которым руководит лауреат Ленинской премии член-корреспондент АН СССР Юрий Иванович Журавлев.

На протяжении 70-х годов в работах Ю. И. Журавлева, его коллег и учеников был развит «алгебраический» подход к решению задач

распознавания и классификации». Нелегкое это было дело. Вот, допустим, предварительная геологическая разведка нефти. Какую огромную грудку данных надо перелопатить! Чего тут только нет!

Накоплены всевозможные измерения (аномалии поля тяжести и так далее), данные геофизики (кучи графиков), соображения элементарной логики («если так, то будет то-то и то-то...»), сведения, полученные при аэрофотосъемке (плюс космическое «зондирование» недр), экспертные оценки (дядя Икс считает «да», нефть есть; дядя Игрек — «нет»).

Масса сырой информации, тьма параметров и никаких веских соображений о том, что же действительно важно для прогноза, а что нет. И все это сваливается на голову того, кто должен решить: где, в каких районах следует вести пробное бурение нефти.

А взять, скажем, техническую диагностику. Машина работает, остановить ее, залезть к ней в нутро нельзя. Надо по косвенным признакам, по рабочим параметрам, по показаниям многочисленных датчиков судить о том, все ли в машине в порядке, хорошо ли идет работа или авария неизбежна и агрегат надо немедленно остановить.

Понятно, во всех этих случаях традиционная математика пасует. Просто нет никакой возможности составить и решать какие-то дифференциальные уравнения. И однако задачи эти очень важны, и, главное, они успешно решаются. Врач по каким-то неуловимым признакам (руки зябнут, цвет лица не тот) уверенно ставит диагноз, геолог по наклону речного русла, по цвету песка, по созданному его интуицией «портрету» рудоносных мест находит золотоносную жилу.

Как они это делают? Никто не знает. И они сами. Никаких твердых правил при распознавании объектов, явлений, ситуаций обычно у человека нет. И все же это не ме-

шает специалисту, сравнивая новые объекты с чем-то известным только ему одному, попадать в яблочко.

Видимо, основная «различающая» информация заключена не в отдельных признаках, а в различных ее сочетаниях. И значит, методы комбинаторного анализа могут быть очень полезными для решения проблемы распознавания. Это простое соображение и позволило Ю. И. Журавлеву унифицировать алгоритмы распознавания, найти в них нечто общее, научиться сливать воедино стихию цифр, графиков со стихией экспертных высказываний типа «да», «нет», «не знаю», «может быть».

В результате этих научных поисков была создана «алгебра алгоритмов». Алгоритмы распознавания теперь, как простые числа, можно было складывать и перемножать! Зачем? Чтобы построить из малоэффективных, частных, ограниченного действия алгоритмов новый оптимальный обобщенный алгоритм, полностью решающий поставленную задачу распознавания.

«Как бы это объяснить? — рассказывал мне Ю. И. Журавлев. — Все очень похоже на долгую историю поисков решений квадратных уравнений. Ведь когда-то математическая символика отсутствовала (как и понятие мнимых чисел). Решать умели (научил этому аль-Хорезми, IX век; кстати, имя этого ученого — латинизированное Algorithmi — дало начало и слову «алгоритм») только некоторые из квадратных уравнений, да и это делалось тогда словесно: «сложить неизвестное с тем-то и так-то...». Потому-то и учились этому утомительно, громоздкому, теперь школьному делу долгие годы...»

## ПОДАРОК НЕФТЯНИКОВ

Спектр работ, которые ведут московские распознаватели, очень широк. Развитые методы позволяют

находить скрытые дефекты в изготовленных деталях, по внешним признакам производить техническую диагностику автобусов (кому какой ремонт необходим, эта информация позволяет ремонтникам загодя подготовить необходимые детали и оборудование, вести работу ритмично и своевременно).

Эти же методы — они универсальны! — можно использовать и для технического надзора за состоянием узлов ядерных реакторов на АЭС и других объектах, непосредственный доступ к которым затруднен (скажем, о нарушении работы реактивного двигателя можно судить по анализу его шума), оценивать деловые качества работников, и так далее, и так далее. Но, пожалуй, наиболее весомыми сейчас являются работы, которые москвичи ведут с нефтяниками Сибири.

Вот что рассказал мне сотрудник Ю. И. Журавлева кандидат технических наук Александр Иванович Зенкин. Тогда он только что вернулся из командировки в Западную Сибирь.

«...При извлечении нефти пластовые воды смешиваются с поверхностными. Их несовместимость (каждая имеет свой букет минеральных присадок) запускает многие химические реакции — выделяются карбонаты, нерастворимые в воде соли. Они откладываются на поверхности труб, постепенно забивая их, зарастивая, уменьшая просвет и, как следствие, нефтяной дебит. Скважина в конце концов может совсем выйти из строя.

Для надзора над скважинами — истощилась ли нефть в данном участке, или ствол забила соль, и надо срочно принимать меры — создаются особые бригады. По топким болотам сибирской тайги за сотни километров приходится доставлять оборудование и ингибиторы — «лекарства» от засоления труб.

Скважин тысячи! Ингибиторы очень дороги (прежде их и вовсе



покупали за границей, за валюту), расходовать их надо экономно и в нужный момент (упустишь — и пиши пропало! тут уж просто необходимо будет менять часть трубы), точно зная характер процесса солеобразования. А потери велики: нормальная скважина дает сотни тонн нефти за сутки, засоленная же, оказавшись на голодном пайке, требует полной остановки — выключения нефтедобычи — и нелегкого ремонта...»

Научно-техническое сотрудничество московских математиков с производственным объединением «Юганскнефтегаз» (конкретно работа шла на территории Устьбалыкского и Южносургутского месторождений: здесь солеобразование свирепствует наиболее сильно) началось лет пять назад. В результате была создана внедренная в опытно-промышленную эксплуатацию информационная система контроля («ИСК»), позволяющая по целому ряду косвенных признаков (линейное и буферное давления, концентрация многих ионов и элементов в воде, дебиту жидкости, ее плотности... — всего 19 параметров), не вскрывая скважин, судить, какие скважины в данном районе засолены, какие нет.

Прежде, действуя физико-химическими методами, один человек, чтобы определить состояние только одной скважины, должен был трудиться две недели. Теперь в считанные секунды ЭВМ, словно рентгеном пронизывая существо скрытых от человеческого глаза процессов, дает почти точный (пока 91,3%) ответ.

Однако это лишь первые успехи. В будущем математики хотят научиться определять и сам ход процесса, степень засоленности скважины в любой момент. Позднее будет решена и задача прогнозирования...

Я слушал рассказ Александра Ивановича, а сам нет-нет да и взглядывал вопросительно на ле-

жащий перед Зенкиным на письменном столе кусок металлической трубы. Грубо сработанная (рядом с пепельницей и пучком отточенных щеголеватых карандашей) труба выглядела неуклюже. Как она сюда попала? Отчего ее отверствие покрыто ровным толстым светло-коричневым слоем какого-то вещества? «Это вещественное доказательство, — перехватив мой взгляд и усмехнувшись, сказал Зенкин, — успехов наших математических методов распознавания. Заросший солями кусок трубы из нефтедобывающей скважины подарили нам на память нефтяники Сибири».

## ПО ЗАКОНАМ КРАСОТЫ

Новые методы распознавания хорошо зарекомендовали себя в медицине: математики научили кардиологов успешно прогнозировать степень тяжести перенесенного человеком инфаркта миокарда (в одном случае необходим пассивный метод лечения, в другом — повышенное внимание в первые 48 часов); разработаны удачные алгоритмы опухолевой диагностики; схожие процедуры позволяют врачам делить молодых новобранцев на тех, кого надо комиссовать, и тех, кто годен к военной службе.

Машинные методы распознавания использовались при прогнозировании строительства крупных объектов (ГРЭС, к примеру), роста малых городов (была проведена специальная работа по данным Прибалтийских республик), свойств вновь создаваемых сплавов, при управлении быстротекущими технологическими процессами.

Трудно очертить тот круг, которым ограничена область применения методов машинного распознавания. Возьмем, к примеру, труд ученого. Сколько необычных законов открыли физики? Как удалось Эйнштейну создать теорию относительности? Ссылаются обычно на

интуицию ученого. Но что это такое?

Физики толкуют что-то о «красоте», «простоте» теории. Что-де именно они позволили им из огромного числа формальных «законов», «объясняющих» экспериментальные факты, выбрать один — истинный. Но, может, и тут все дело в особой комбинаторике распознавания? В «сцеплении» небольшого числа ключевых меток-признаков, указывающих путь к открытию? И в будущем удастся создать машины, различающиеся «интуицией»? Машины, которые будут действовать, сообразуясь с законами красоты?

И ЭВМ будут раскрывать новые законы природы.

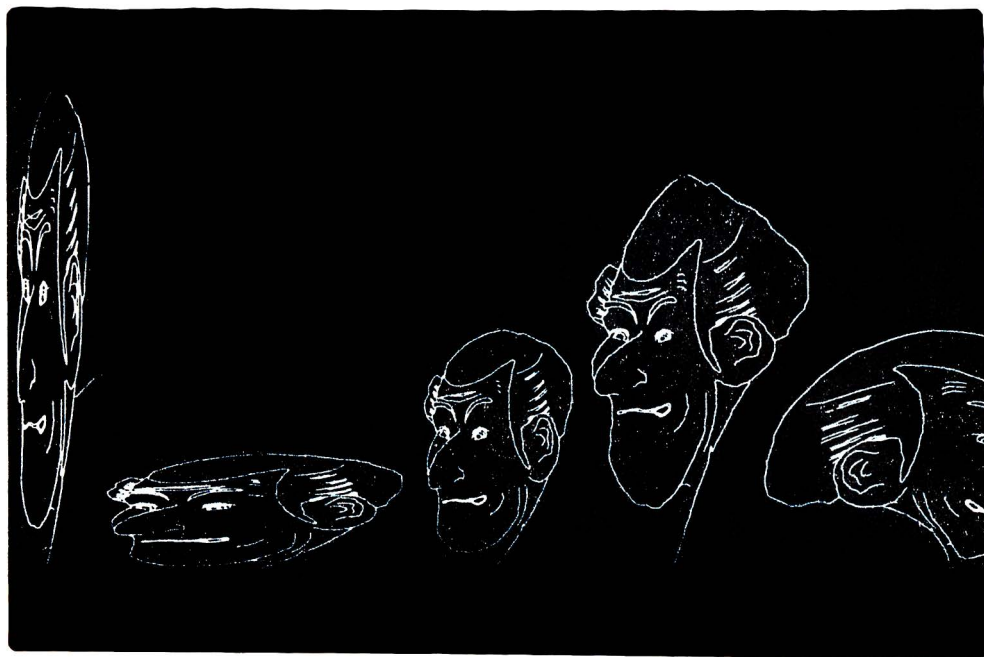
Значение самобытных, оригинальных — за рубежом ничего подобного еще не создано — достижений математической школы Ю. И. Журавлева трудно переоценить.

И такой обширный диапазон приложений неудивителен. Математики ведь фактически автоматизировали поиск алгоритма распознавания.

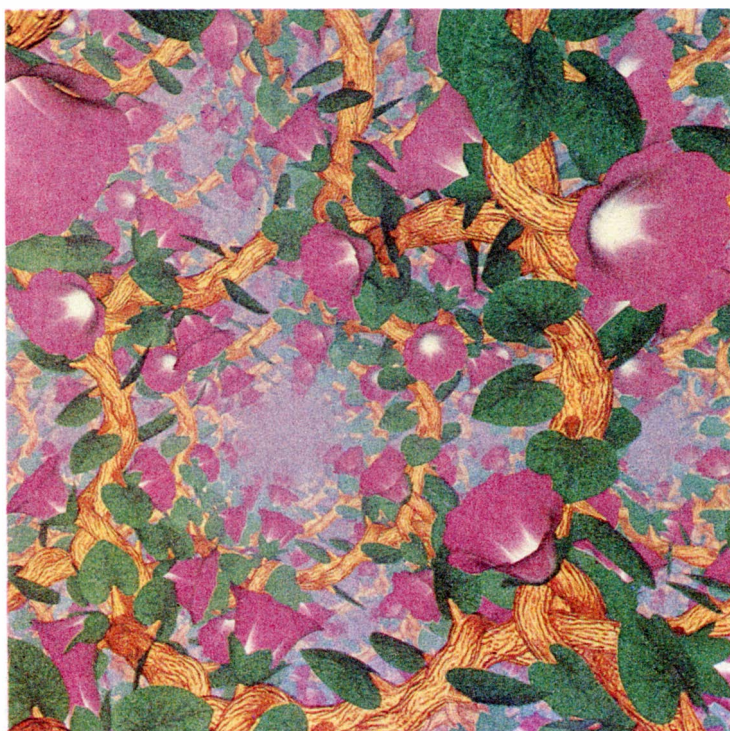
Создан «комбайн»: заложите в него обучающие подборки (область приложений может быть любой), и он (алгебра алгоритмов!) тут же выдаст рецепт правильных действий.

Заниматься самодеятельностью, как это делалось прежде, теперь уже нет никакой необходимости. Алгоритма лучшего, чем тот, который порекомендует машина (математики это доказали совершенно точно), не придумаешь.

Конечно, дело это новое. Как первые автомобили, первые аэропланы, новый подход может показаться даже неуклюжим, недостаточно элегантным. Но он — метод машинного распознавания — уже «мчится по дорогам», он «летает»! И с каждым днем все лучше.



*Японские дизайнеры, используя графические портреты артистов театра Кабуки, захотели научить компьютер творить «произведения искусства».*



*Воображаемый мир  
(наблюдаемый  
изнутри)  
из виноградных  
лоз и цветов  
построен  
с помощью компьютера  
(кадр из  
мультипликационного  
фильма).*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*...Грядет время — оно уже куда ближе, чем кажется! — когда неуженье общаться с компьютером станет признаком невежества, и на такого будут ахать, как сегодня на неграмотного.*

В. ДЕМИДОВ

За окном — зимние сумерки.

Нас в комнате (Вычислительный центр АН СССР) трое: Виктор Михайлович Брябрин, автор этой книги и... персональный компьютер (ПК). Он тихо шумит справа от меня, мерцая разноцветными вспышками.

Готовясь к встрече с Брябриным (кандидат технических наук, заведует сектором «Программное обеспечение персональных компьютеров»), я настраивался на долгую, нелегкую беседу. Однако Виктор Михайлович просто продемонстрировал мне все возможности ПК.

Нет, это не был партнер по игре в пинг-понг. Ног, туловища, головы,

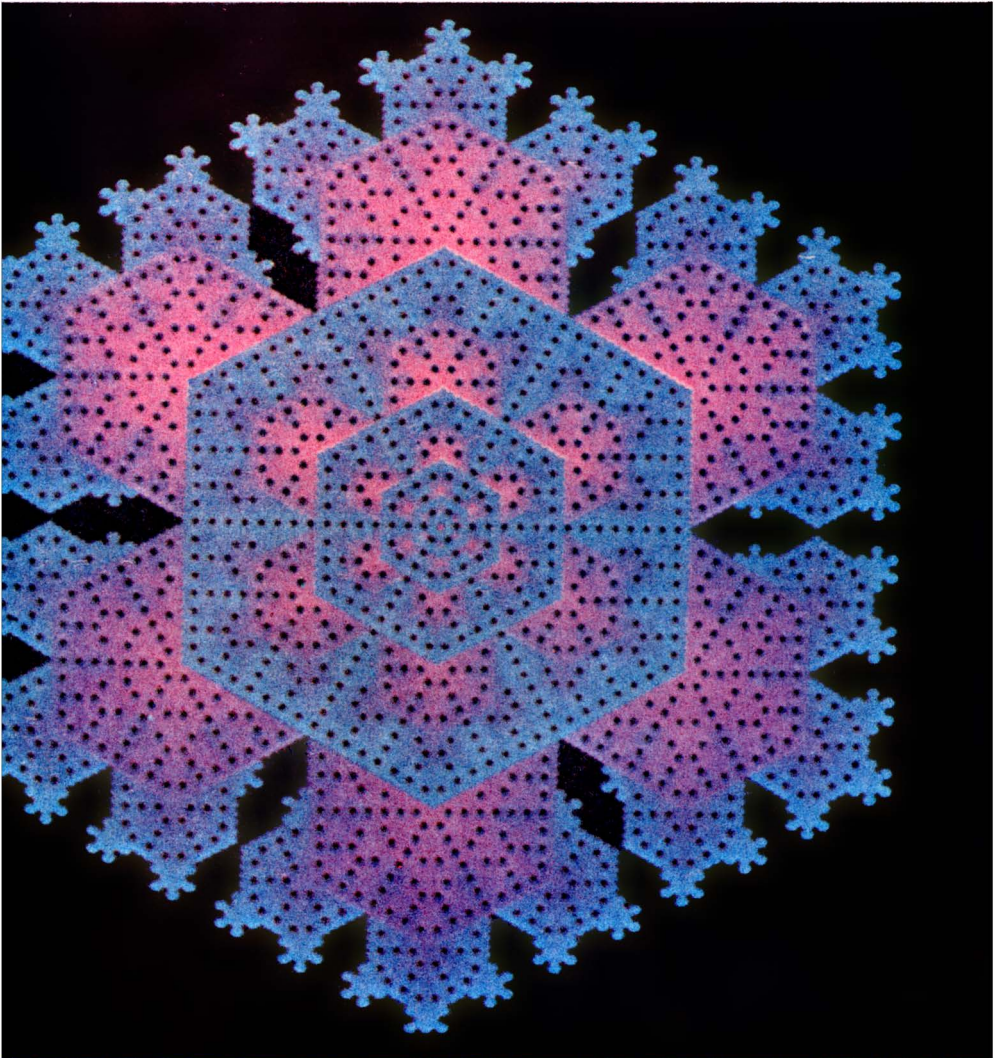
в обычном понимании этих слов, компьютер был лишен. Но назвать его полезной вещью, чем-то вроде холодильника или телевизора, предметом неодушевленным я тоже никак не мог.

«Интеллектуальный собеседник» — вот, видимо, наиболее подходящие слова. В системном блоке (коробочке с электронной начинкой) хранился мозг ПК — микропроцессор — и его память. Клавиатура (главное средство ввода информации в ПК) была «глазами и ушами». Принтер (печатающее устройство: вывод текстов, графиков) как бы заменял руки квалифицированной, опытной машинистки.

И еще было «лицо».

Словно физиономия человека — то улыбающаяся, то хмурая, искаженная гримасой недовольства, насмешливая, со вздернутыми от удивления бровями, — экран дисплея (величиной как у среднего размера телевизора) поминутно





*ЭВМ графически имитирует последовательные стадии образования снежинки.*

менял свое «выражение». Высвечивался колонками цифр, полыхал всеми возможными красками, рассекался бегущими линиями графиков...

А Брябрин между тем, быстро пробега пальцами по кнопкам клавиатуры, неторопливо знакомил меня с ПЭВМ (персональная ЭВМ, другое название для ПК), со всем сервисом, который это устройство предоставляет человеку-пользователю.

ПК указывал точное время, мог превратиться в «записную книжку» и мгновенно выдать адрес, номер телефона, имя нужного тебе человека. Разбитый «окнами» (прямоугольные рамки) на зоны, экран информировал о результатах счета задач, выполненных по нескольким различным программам.

ПК мог помочь и при написании статьи, письма — любого документа, который обычно готовится на пишущей машинке. Но теперь мож-

но было, выведя на экране дисплея нужный фрагмент текста, тут же внести поправки, изменить шрифт, подчеркнуть нужные слова или обвести их рамочкой, поменять местами абзацы, добавить рисунки и напечатать полный текст или любой его кусок на принтере в необходимом количестве экземпляров.

А вот я вижу на экране знакомый контур — фигуру Волка из «Ну, погоди!». Ее можно, выбрав нужные краски из особого «меню», раскрасить. «Меню» содержит и набор готовых фигур, и даже целые рисунки — скользящий по волнам парусник с людьми, например. Так что можно заняться иллюстрированием написанной тобой книги, подготовить цветные слайды к научному докладу, просто порисовать.

Неожиданно выяснилось, что у ПЭВМ имеется еще и «голос». Графические упражнения можно было сопровождать одnogолосыми звуками: компьютер генерировал их, так сказать, для полноты ощущений...

Виктор Михайлович заканчивает свой показ. Я благодарю и собираюсь уходить. Встаем, обмениваемся рукопожатиями. Внезапно возникает шальная мысль: сказать и компьютеру «До свидания», попрощаться и с ним, как с живым человеком.

Опомнившись, киваю Брябрину головой и выхожу за дверь...

Скоро (эти строки были написаны в 1986 году) к дисплеям персональных компьютеров в нашей стране прильнут тысячи людей, затем — миллионы. Компьютерная грамотность, компьютерная услуга, все виды компьютерного сервиса станут заурядным явлением. И теперь можно спорить только о сроках: когда все это случится?

Известный голландский специалист в области вычислительной техники Дийкстра однажды заметил: «Для появления джентльмена, по убеждениям англичан, нужны три благородных поколения, очевидно, это справедливо и для вычислительных машин...»

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ДЖЕНТЛЬМЭНЫ** (они мыслятся чем-то вроде личного секретаря, всепомнящего, всепонимающего, обходительного, предупредительного, совмещающего в своем лице одновременно и функции универсального слуги и мастера на все руки). Их время пока еще не пришло. Должно быть, тут требуется большее, чем три, число поколений.

Но приход **ЭЛЕКТРОННОГО ДЖЕНТЛЬМЕНА** (может, им станет одна из усовершенствованных моделей персональных компьютеров?) неизбежен. Он непременно появится и начнет выполнять все наши пожелания. Буквально будет делить с нами и труд и радость.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
<b>ГЛАВА 1</b> <b>С ЭПОХОЙ НАПЕРЕГОНКИ</b> <b>4</b>	
ВТОРАЯ ПРИРОДА . . . . .	5
ПРЕДЧУВСТВИЕ ПЕРЕМЕН . . . . .	7
ВЛАСТЕЛИН ЗЕМЛИ, РАБ МАШИН . . . . .	9
КОТОРЫЙ СЕРДЦЕ ЗАМЕНИЛ МОТО- РОМ . . . . .	11
ОСТАНОВИТЕ МИР — Я ХОЧУ СОЙТИ!	14
ДЕВАЛЬВАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА? . . . . .	15
О ГОМОИНЖЕНЕРИИ И НЕИСПОЛЬЗО- ВАННЫХ 99% . . . . .	16
<b>ГЛАВА 2.</b> <b>И НЕЙРОН С НЕЙРОНОМ ГОВОРIT</b> <b>20</b>	
ТРИ МОЗГА В ОДНОМ . . . . .	21
«ФАТАЛЬНАЯ ПАРАБОЛА» . . . . .	23
ПО ТУ СТОРОНУ ГУГОЛА . . . . .	25
ГАРМОНИЯ ДИВНЫХ УЗОРОВ . . . . .	27
ОРКЕСТР БЕЗ ДИРИЖЕРА . . . . .	30
СЕЙФ С СОКРОВИЩАМИ . . . . .	32
«ИСКАТЬ СЕБЯ... В СЕБЕ» . . . . .	35
<b>ГЛАВА 3.</b> <b>ПАМЯТЬ В ХОРОВОДЕ ЭМОЦИЙ</b> <b>38</b>	
БЛОНСКИЙ ПРОТИВ ФРЕЙДА . . . . .	39
ДВЕРЬ ЧУВСТВ, ОТКРЫТАЯ В ПРО- ШЛОЕ . . . . .	41
ТРУБОПРОВОДЫ НЕЙРОГОРМОНОВ . . . . .	43
АМИНЫ — «ДОБРЫЕ» И «СЕРДИТЫЕ» . . . . .	44
О ХИМИЧЕСКОЙ ЗУБРЕЖКЕ . . . . .	46
«РЕЗИНКА» ИЛИ «КАРАНДАШ»? . . . . .	48
ХУДОЖНИКИ И ДЕЯТЕЛИ . . . . .	50
<b>ГЛАВА 4.</b> <b>МОЗГ ЛЕВЫЙ, МОЗГ ПРАВЫЙ</b> <b>52</b>	
ГОСПОДИН ТАН-ТАН . . . . .	53
ПРОБА ВАДА . . . . .	54
РАСЩЕПЛЕННЫЙ, СЛОВНО АТОМ . . . . .	55
ОДНА ГОЛОВА — ДВА МОЗГА? . . . . .	58
НЬЮТОН И ЛЕЙБНИЦ . . . . .	60
БЕРЕГИТЕ ЛЕВШЕЙ! . . . . .	62
НА ЗАВИСТЬ ЙОГАМ . . . . .	63
УЛИЦА АЛТОНАВАС, 4 . . . . .	64
СЕРВИС ПРОТИВ МОНОТОНИИ . . . . .	66
<b>ГЛАВА 5.</b> <b>ЧЕЛОВЕК У ПУЛЬТА</b> <b>68</b>	
КНОПОЧНАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ . . . . .	69
ЦЕНА ОШИБКИ . . . . .	73



ГЕРОЙ ЭПОХИ НТР . . . . .	76
КОЕ-ЧТО О РЕКОРДАХ . . . . .	78
С КПД НЕ БОЛЕЕ ПАРОВОЗНОГО . . . . .	81
КИБОРГИЗАЦИЯ? . . . . .	84
КАТАЛИЗАТОР ПРОГРЕССА . . . . .	85

## **ГЛАВА 6.** **ЭВМ: ЧЕРЕДА ПОКОЛЕНИЙ** **86**

ЭНИАК, ЗАПОЗДАВШИЙ И СВОЕВРЕ-	87
МЕННЫЙ . . . . .	
СЕРЕБРЯНЫЙ ЮБИЛЕЙ ТРАНЗИСТОРА . . . . .	89
КАК МУХА ПРЕВРАТИЛАСЬ В СЛОНА . . . . .	91
ОТ СТАНКОВ ДО КОФЕМОЛОК . . . . .	93
ДАЖЕ ТЕНЬ ОТ ПЫЛИНКИ . . . . .	95
ЭЛЕКТРОННЫЙ ВЕТЕРАН . . . . .	97
СЛОВНО БАБУШКИН ПИРОГ . . . . .	98
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА В КАЖ-	
ДОЙ ЖИВОЙ КЛЕТКЕ? . . . . .	100
БИОТИКА . . . . .	101

## **ГЛАВА 7.** **СОРЕВНУЯСЬ С ПРИРОДОЙ** **102**

ЗАБЛУЖДЕНИЕ ДЕКАРТА . . . . .	103
МОЖЕТ ЛИ МЫСЛИТЬ АПТЕКА? . . . . .	105
ЗА СВЕТОВОЙ БАРЬЕР . . . . .	106
ЭВМ ВМЕСТО АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ	
ТРУБЫ . . . . .	107
ПОЧЕМУ КОМПЬЮТЕР БЕЗДЕЛЬНИЧАЛ . . . . .	108
ЗМЕЙ ГОРЫНЫЧ БЕРЕТСЯ ЗА РАСЧЕТЫ . . . . .	109
БИОЛОГИЧЕСКАЯ КОММУТАЦИЯ . . . . .	112
В ТАГАНРОГСКОМ РАДИОТЕХНИЧЕ-	
СКОМ . . . . .	114
ИНТЕГРАЛОМ И ПАЯЛЬНИКОМ . . . . .	116

## **ГЛАВА 8.** **ОПИРАЯСЬ НА ТРАНЗИСТОРНЫЕ** **ПЛЕЧИ** **118**

УПРАВЛЯТЬ ПЛАНЕТОЙ . . . . .	119
КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ БУКВАРЬ . . . . .	123
С МИКРОПРОЦЕССОРОМ В СЕРДЦЕ . . . . .	125
КОНСТРУИРУЕМ АВТОМОБИЛЬ . . . . .	127
ПУТЕШЕСТВИЕ К МАТЕРИКУ ЗДО-	
РОВЬЯ . . . . .	129
«РАСПОЗНАВАНИЕМ ЖИВУТ РОЖ-	
ДЕННЫЕ» . . . . .	131
КАК ОТЛИЧИТЬ СОБАКУ ОТ КОШКИ . . . . .	132
НАУКИ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ И ТОЧНЫЕ . . . . .	134
АЛГЕБРА АЛГОРИТМОВ . . . . .	135
ПОДАРОК НЕФТЯНИКОВ . . . . .	136
ПО ЗАКОНАМ КРАСОТЫ . . . . .	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	139

## К ЧИТАТЕЛЯМ

ОТЗЫВЫ ОБ ЭТОЙ КНИГЕ  
ПРОСИМ ПРИСЫЛАТЬ ПО АДРЕСУ:  
125047, МОСКВА, УЛ. ГОРЬКОГО, 43  
ДОМ ДЕТСКОЙ КНИГИ

Серия «Горизонты познания»

ДЛЯ СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Чирков Юрий Георгиевич**

### ТОГДА ПРИДЕТ ЭЛЕКТРОННЫЙ ДЖЕНТЛЬМЕН...

Научно-художественная литература

Ответственный редактор Л. А. Чуткова  
Художественный редактор Г. Ф. Ордынский  
Технический редактор Т. П. Тимошина  
Корректоры К. И. Каревская, И. Н. Мокина

ИБ № 10210

Сдано в набор 17.01.89.  
Подписано к печати 16.11.89. А07982  
Формат 70×104/16. Бум. офсетная № 1.  
Шрифт журнально-рублиный.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 12,15. Усл. кр.-отт. 49,95. Уч.-изд. л. 12,64.  
Тираж 100 000 экз. Заказ № 2543. Цена 1 р. 50 к.  
Орден Трудового Красного Знамени и Дружбы народов  
издательство «Детская литература»  
Государственного комитета РСФСР  
по делам издательства, полиграфии  
и книжной торговли.  
103720, Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1.  
Калининский ордена Трудового Красного Знамени  
полиграфкомбинат детской литературы  
им. 50-летия СССР  
Госкомиздата РСФСР.  
170040, Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.



**Чирков Ю. Г.**

Ч-65 Тогда придет Электронный Джентльмен...: Научно-художественная литература/Рис. Б. Н. Чупрыгина.— М.: Дет. лит., 1989.— 144 с.: ил.— (Горизонты познания).

ISBN 5—08—000954—3

Автор, доктор наук, рассказывает, как все резче обнажается противоречие между миром людей и миром машин, между возможностями человеческого мозга и требованиями, предъявляемыми к нему техникой, объясняет, почему нужна неотложная компьютеризация всех сфер жизни и так необходим приход Электронного Джентльмена.

Ч 4802030000—018 058—89  
М101(03)-89

ББК32.973

ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ



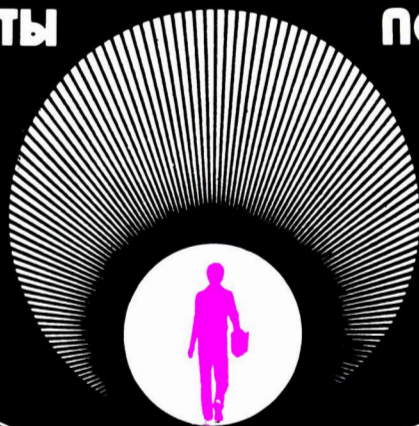
ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



В созданном им самим МИРЕ КОНСТРУКЦИЙ  
человек как биологический вид,  
с его нерасторопным мозгом,  
с медленными на подъем рефлексами,  
начинает казаться безнадежно устаревшим,  
плетущимся в хвосте у блестящего,  
несущегося во весь опор  
Поезда Техники.

Как остаться хозяином положения?  
Как управиться с взбунтовавшимися  
Вещами и Машинами?

Человеку необходим союзник, друг.  
Ему не обойтись без помощи неутомимого,  
надежного, мыслящего с быстротой молнии  
ЭЛЕКТРОННОГО ДЖЕНТЛЬМЕНА.

1 р. 50 к.

**Издательство  
«Детская  
литература»**