

А. Кондратов

ГОРИЗОНТЫ

ПОЗНАНИЯ



А. Кондратов



«**ФОРМУЛЫ  
ЧУДА**»





**ГОРИЗОНТЫ**



**ПОЗНАНИЯ**



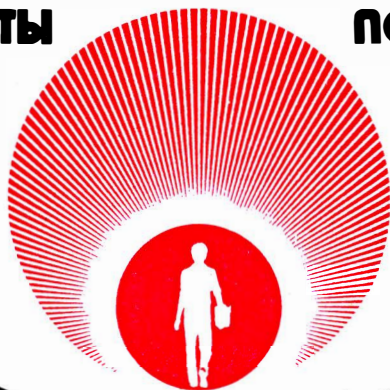
**ГОРИЗОНТЫ**



**ПОЗНАНИЯ**

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



**А. Кондратов**



# **«ФОРМУЛЫ ЧУДА»**

**Москва  
«Детская  
литература»  
1987**



Рецензенты:

заместитель председателя научного совета по проблеме  
«Искусственный интеллект» Комитета системного анализа АН  
СССР доктор технических наук, профессор Д. А. Поспелов;  
руководитель лаборатории инженерной лингвистики Ле-  
нинградского педагогического института им. А. И. Герцена,  
доктор филологических наук, профессор Р. Г. Пиотровский.

Оформление серии Б. ЧУПРЫГИНА

Художник В. РАДАЕВ

В книге использованы цветные фотографии

А. Кравца,  
Г. Афанасьева,  
А. Фирсова,  
А. Гражданкина,  
В. Веселовского,  
Е. Кабакова,  
фотохроники ТАСС,  
из архива автора.

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Имя Александра Кондратова, кандидата филологических наук, члена научного совета по кибернетике АН СССР, хорошо известно советским и зарубежным читателям, в том числе и юным: сорок книг, написанных им, переведены более чем на два десятка языков мира. В своей последней работе он стремится рассказать о сложнейшей проблематике общения человека и ЭВМ, возникающей на стыке, казалось бы, далеких друг от друга наук — языкознания, математики, педагогики, кибернетики, психологии. Этот стык наук породил новую дисциплину, называемую инженерной, или вычислительной, лингвистикой, бурно развивающуюся в наши дни.

Ценность «Формул чуда» заключается в том, что автор говорит не только о достижениях, но и о проблемах, стоящих перед современной научной мыслью, решать которые предстоит будущим исследователям. Инженерная лингвистика лежит на скрещении естественных и гуманитарных наук, всегда пользовавшихся несовместимыми приемами (с одной стороны — аналитического, с другой — образного) доказательства. Поэтому основная трудность при формировании и развитии инженерной лингвистики состоит в преодолении психологического барьера, отделяющего инженерно-аналитическую методику от интуитивно-описательного подхода к языковому материалу. Эти конфликтующие, противоборствующие подходы, к сожалению, вызревают и воспитываются как у будущих кибернетиков, так и у будущих языковедов еще в школе.

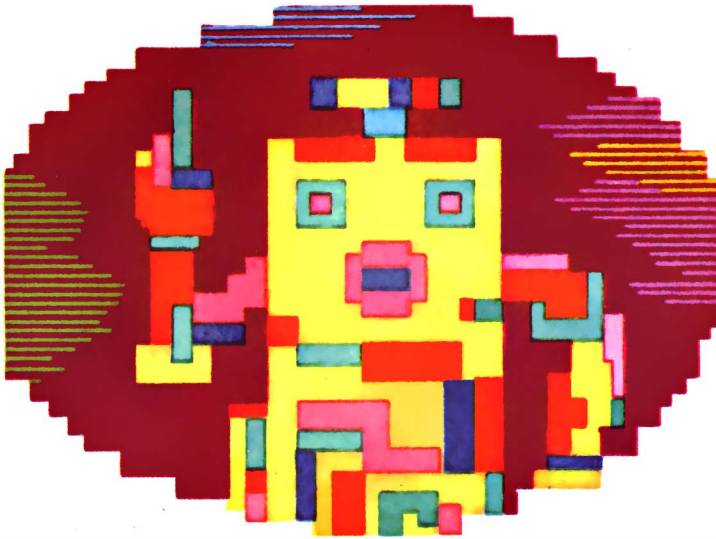
А. М. Кондратов умело разрушает этот барьер на корню, показывая юному читателю, с одной стороны, сколько неоткрытых тайн и полукривых секретов хранит в себе живущее в любом из нас чудо — человеческий язык, а с другой — что раскрыть эти тайны и секреты можно, лишь умело сочетая достижения таких вроде бы далеких наук, как математика и психология, кибернетика и языкознание.

Хочется надеяться, что «Формулы чуда» не только станут для школьников занимательным чтением, но и привлекут в инженерную лингвистику новое поколение исследователей, ныне находящихся на школьной скамье. Ибо автор книги убедительно показал, что разгадка тайн «внутреннего космоса», пользующегося языком мозга, не менее важна и романтична, чем освоение космического пространства.

Руководитель лаборатории инженерной лингвистики  
Ленинградского педагогического института им.  
А. И. Герцена, доктор филологических наук, профессор  
*Р. Г. Пиотровский*





**В ПОИСКАХ  
ИСКУССТВЕННОГО  
РАЗУМА****ФАНТАСТИКА СТАНОВИТСЯ  
РЕАЛЬНОСТЬЮ**

...Робот имел шесть ног и обликом напоминал паука. Когда на пути его встала преграда, одна из ног была повреждена. Робот вытянул передние конечности, поставил их на преграду и, манипулируя остальными, неповрежденными ногами, смог перенести центр тяжести на вершину преграды. Еще усилие — и преграда преодолена!

...Третий чемпионат мира по шахматам среди компьютеров привлек 18 участников, точнее, 18 машинных программ. Выбор ЭВМ, реализующих эти программы, был свободен: какой угодно фирмы, в любом уголке пла-

неты. Программа-победительница анализировала 20 тысяч позиций за секунду, а в эндшпиле, конце игры, могла рассчитывать варианты не хуже гроссмейстера...

...Робот «Весельчак» успешно выбирается из любого лабиринта, причем, в отличие от мифического Тезея, спасительной нитью ему служит не дар Ариадны, а лишь собственная память...

...Звучат мелодии, сочиненные компьютером. После прослушивания они получили более высокую оценку, чем многие мелодии, авторами которых



являются композиторы-профессионалы...

...Компьютер имитирует поэтическое творчество скальдов, отважных викингов, слагавших стихи, которые

считаются самой сложной по форме поэзией в мире...

...На ЭВМ получены сюжеты волшебных сказок...

Нет, это не фантастика. О первенстве мира по шахматам среди компьютеров говорилось на проходившем под Ленинградом, в курортном поселке Репино, Втором Международном совещании по искусственному интеллекту. Там же демонстрировались документальные фильмы, героями которых были шестиногий робот и робот «Весельчак». В зале заседаний звучали машинные мелодии и стихи скальдов, сложенные ЭВМ. А кантата, сочиненная по предложению оргкомитета совещания машиной «Урал-2», прозвучала своеобразным гимном искусственному интеллекту.

Искусственный интеллект... Этот термин появился в шестидесятые годы нашего столетия. В 1969 году состоялась первая научная конференция по искусственному интеллекту, и с тех пор такие конференции, на которые собираются специалисты из разных стран мира, проводятся каждые два года. Об искусственном интеллекте пишут газеты и журналы, ему посвящаются научные монографии и статьи, работы в этой области ведут тысячи ученых, десятки научно-исследовательских лабораторий, а их деятельность координируют и направляют национальные комитеты и общества. В нашей стране в Комитете системного анализа при президиуме Академии наук СССР создан научный совет по проблеме «Искусственный интеллект», существует также секция искусственного интеллекта при научном совете по комплексной программе «Кибернетика» АН СССР...

Неужели ученые хотят создать устройства наподобие искусственного сердца или почки, чтобы вставлять их в головы людей, обделенных умением мыслить?

Конечно, нет! Искусственный интеллект — это лишь метафорическое, образное название научного направления, являющегося в наши дни, по выражению академика А. П. Александрова, передовым фронтом мате-



матического и программного обеспечения ЭВМ. На этом направлении сегодня трудятся инженеры и математики, специалисты по электронике и программисты ЭВМ, языковеды и логики, психологи, философы, стремящиеся научить электронный мозг машин тому, что прежде было доступно только человеческому мозгу.

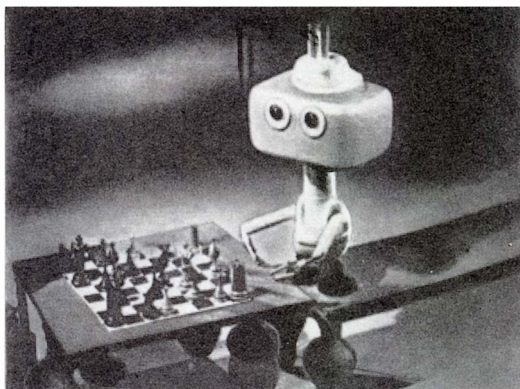
«Их цель,— говорит академик Г. С. Поспелов, возглавляющий работы по искусственному интеллекту в нашей стране,— создание специальных программно-аппаратных средств компьютеров. Компьютеры, оснащенные такими средствами, обладают свойством имитировать творческую деятельность человека. Точнее, они способны давать те же результаты, которые рождаются в процессе творческой деятельности человека. Но не следует творчество человека и «творчество» машины уравнивать... Способность компьютера выдавать творческие результаты — это не что иное, как овеществленные в машине знания и интеллект человечества, и не более».

Особенно ярко эта специфика искусственного интеллекта видна на примере программ, играющих в шахматы.

Умение играть в шахматы не определяет целиком умственные способности человека. Можно быть гениальным поэтом и плохо играть в эту древнюю и вечно молодую игру. Можно быть гением в шахматах и не проявить себя в других областях. Но любому ясно, что игра в шахматы требует ума, интеллекта.

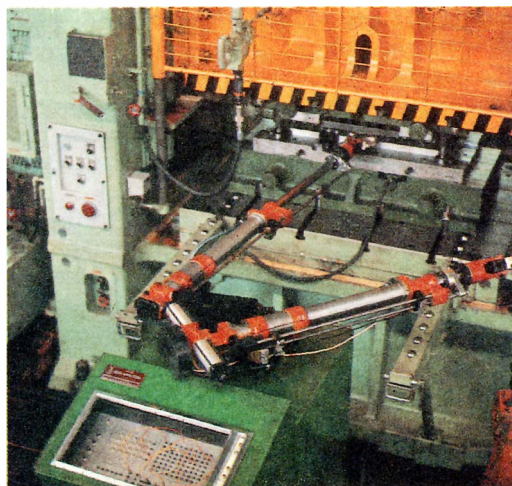
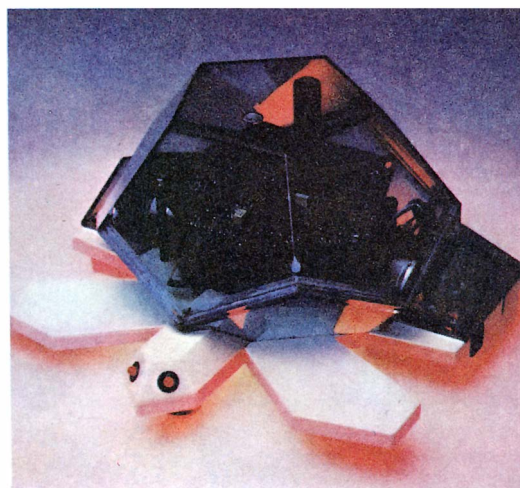
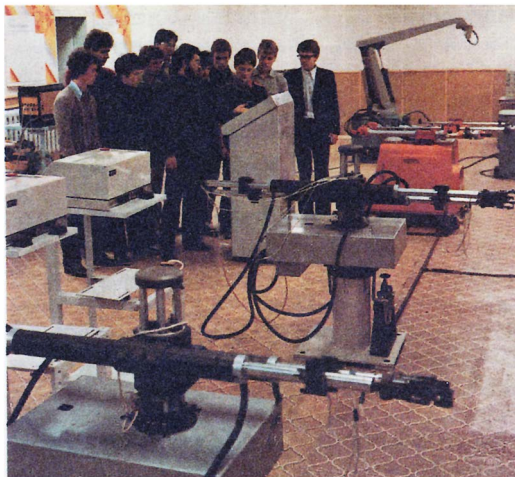
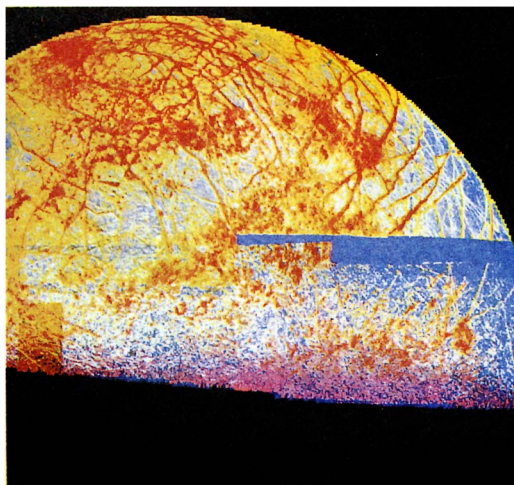
Первые программы для игры в шахматы ученые создали около тридцати лет назад. Уровень игры машин-шахматистов тех лет был очень низок. Значит, низким был их «шахматный интеллект». Через несколько лет ЭВМ, после того как усовершенствовали их программы, заиграли на уровне шахматистов третьего разряда.

В 1974 году было проведено первое официальное первенство мира среди



*Предками современных роботов были забавные механические игрушки, имитирующие движения человека. Подобные игрушки можно увидеть и сегодня.*





программ для игры в шахматы (осуществлять такие программы могут ЭВМ различной конструкции, скорости действий и т. д.). Первым чемпионом мира стала «Каисса» — программа, созданная советскими кибернетиками. В настоящее время проведено уже четыре первенства мира по шахматам среди ЭВМ, создана Международная ассоциация шахматных программистов. Всерьез обсуждается вопрос о том, чтобы в борьбе за шахматную корону участвовали наряду с людьми электронные вычислительные машины.

В первенстве США 1980 года принимали участие и четыре компьютера.

Хотя успехи машин были средними, по мнению специалистов, лучшие из шахматных программ играют на уровне кандидатов в мастера. Концовку же игры, эндшпиль, когда число фигур на доске невелико, компьютеры разыгрывают на гроссмейстерском уровне. Скажем, такой сложный эндшпиль, в котором ферзь и пешка борются против ферзя противника, первый чемпион мира среди компьютеров — программа «Каисса» выиграла у гроссмейстера Юрия Авербаха!

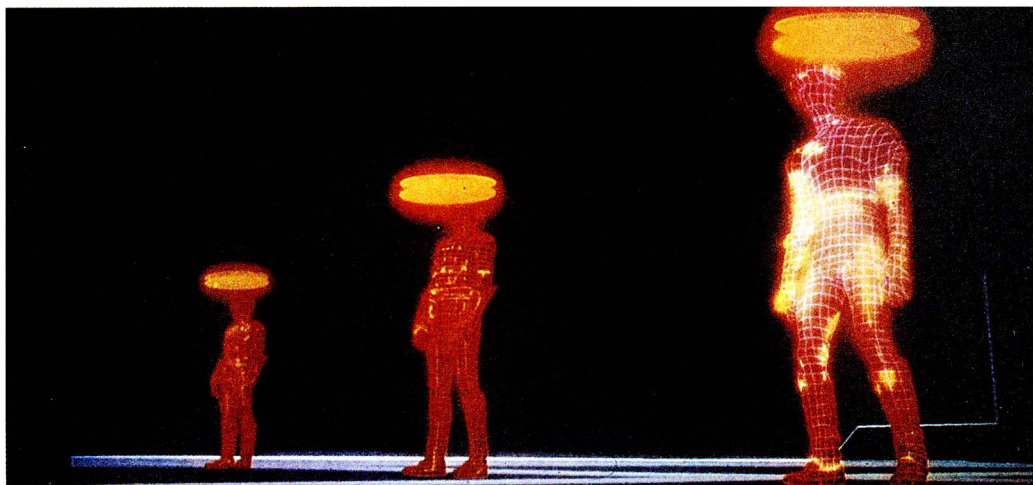
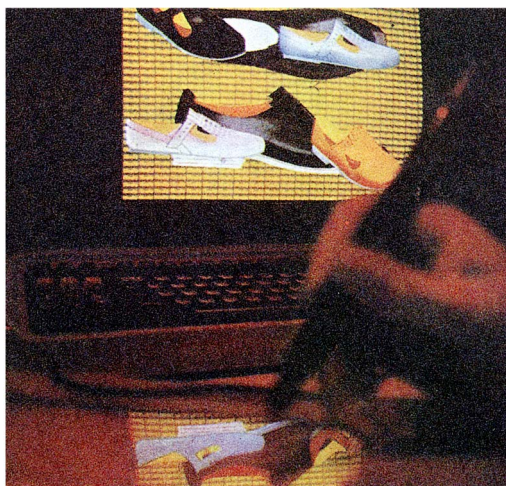
На примере машин-шахматистов видно, что «интеллект», возможности ЭВМ из года в год возрастают. И не только в шахматной игре. Около трех

тысяч профессий у сегодняшних электронных вычислительных машин! Компьютеры выдают билеты на самолеты, поезда, пароходы. Дают разнообразнейшие справки. Заменяют труд десятков тысяч бухгалтеров, экономистов, плановиков. Помогают врачам определить диагноз заболевания. Рассчитывают трассы космических кораблей и спутников. Оказывают помощь в планировании сельского хозяйства.

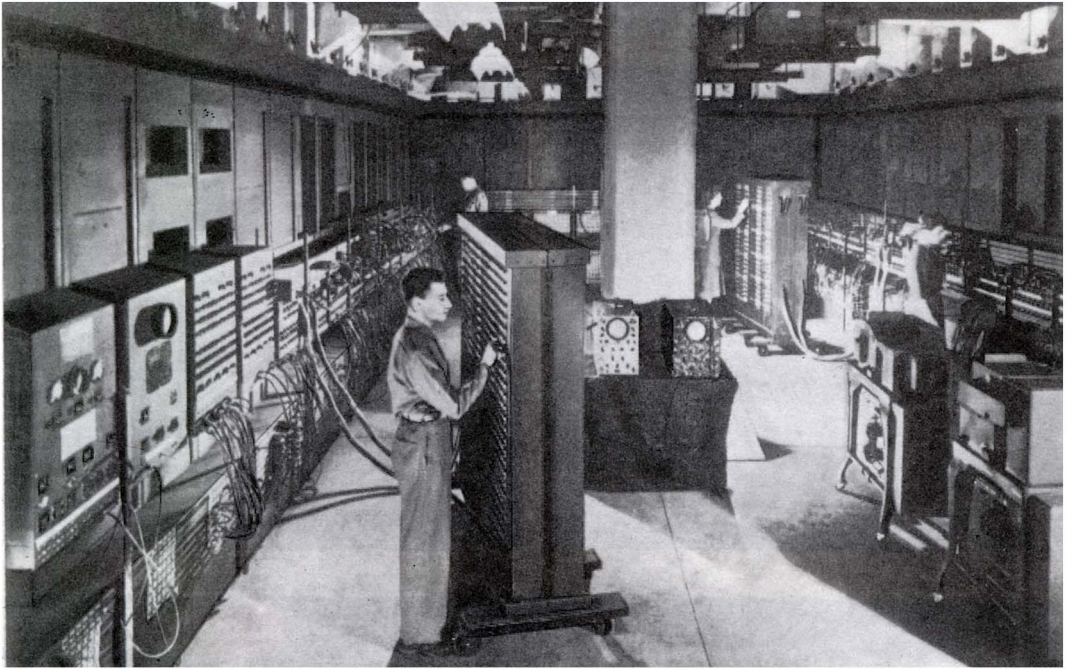
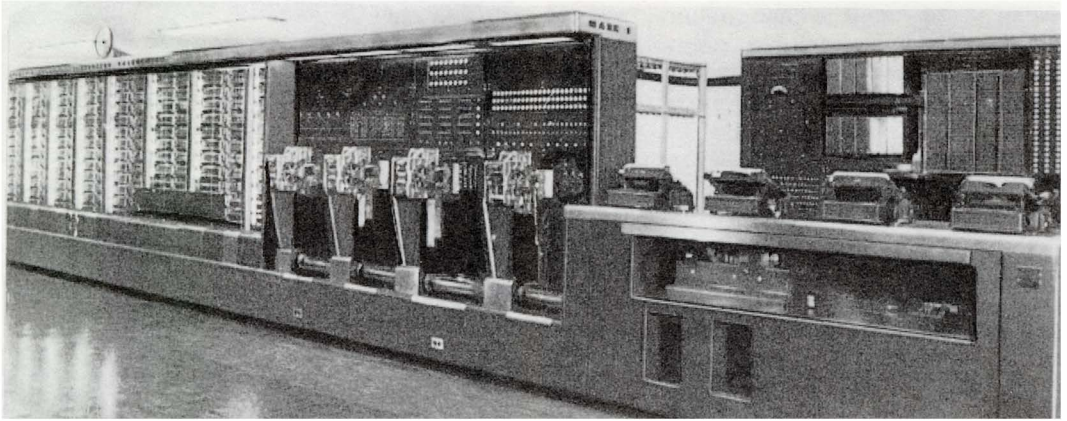
Весь мир следил в 1980 году за

ходом Олимпийских игр, впервые проводимых в социалистическом государстве. Все необходимые справки о соревнованиях, об участниках, любую другую информацию, интересующую журналистов, судей и болельщиков, выдавала автоматическая система управления — АСУ «Олимпиада». В этот комплекс входило 5 вычислительных центров и 12 ЭВМ. Электронный мозг выполнял 1 миллион 200 тысяч операций в секунду и в дни Олим-

*Сегодняшние роботы чаще всего не похожи на своих предшественников, и это уже не игрушки, а «умные» машины, помогающие людям автоматизировать производство, управлять автомобилем, делать съемку в космосе, создавать мультфильмы и т. д.*







*Действиями современных роботов управляет электронный мозг — электронная вычислительная машина (ЭВМ). Правда, огромным, потребляющим много энергии и не слишком надежным в работе ЭВМ первого поколения, таким, как «МАРК-1» или «Эниак», это было еще не под силу.*

пиады выдал почти 30 миллионов экземпляров различных документов.

«Переводчиками» в разговоре с электронным мозгом Олимпиады были операторы, перелагавшие вопросы людей на язык компьютера. Такие же «переводчики» требуются и

врачам, уточняющим с помощью ЭВМ диагноз заболевания, и шахматистам, состязавшимся с компьютерами, и многим, многим другим специалистам, имеющим дело с помощниками-машинами. Ибо язык ЭВМ совсем не похож на тот язык, которым пользуются люди.





*Электронный мозг автоматической системы управления «Олимпиада» помогал организаторам XXII Олимпийских игр в Москве.*

### «АНАТОМИЯ» КОМПЬЮТЕРА

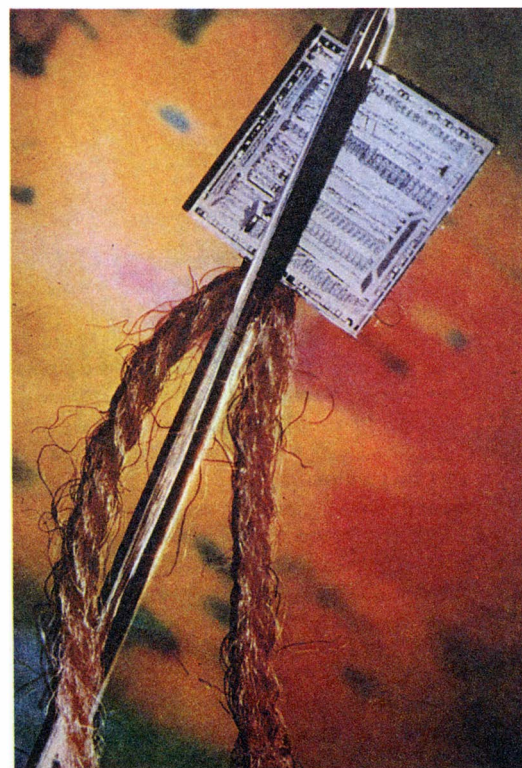
Хотя ЭВМ появились лишь в сороковых годах нашего столетия, сменилось уже несколько поколений компьютеров.

Машины первого поколения были огромны и потребляли чудовищно много энергии. Например, американский «Энниак» занимал зал площадью в 150 квадратных метров и состоял из 18 000 электронных ламп и 1500 электромеханических реле. Вслед за гигантами-вычислителями, основными элементами которых были электронные лампы, пришли компьютеры, работающие на полупроводниках. Они повысили надежность и увеличили скорость действий ЭВМ, позволили во много раз уменьшить размеры вычислительных машин. Затем настал черед компьютеров третьего поколения. В их основу легли уже не электронные лампы или полупроводники, а интегральные схемы, настоящее чудо микроэлектроники (в одном

кубическом миллиметре размещаются миллионы элементов!).

Сейчас созданы компьютеры четвертого поколения и на повестке дня стоит вопрос об ЭВМ следующего, пятого поколения. Но, несмотря на стремительную смену поколений компьютеров, принцип их устройства — их «анатомия» — остается один и тот же. Специалисты выделяют пять основных блоков ЭВМ, каждый из которых выполняет свои, только ему присущие обязанности. Это электронная память, устройство управления, арифметическое устройство, устройство ввода и устройство вывода.

Память ЭВМ хранит всю информацию, с которой работает машина: исходные данные, программу действий компьютера и результаты, полученные после реализации этой программы. Помимо такой оперативной памяти, называемой еще ОЗУ (оперативное запоминающее устройство), у ЭВМ есть также внешняя память. Если ОЗУ можно сравнить с памятью



человека, то внешняя память играет ту роль для машины, которую для нас играют книги, справочники, словари и т. п. Только информацию для ЭВМ записывают не на бумаге, а на магнитных лентах, дисках, барабанах.

Устройство управления — второй блок компьютера — организует работу ЭВМ по заданной программе. Оно расшифровывает каждую команду и подает сигналы другим устройствам, участвующим в ее выполнении.

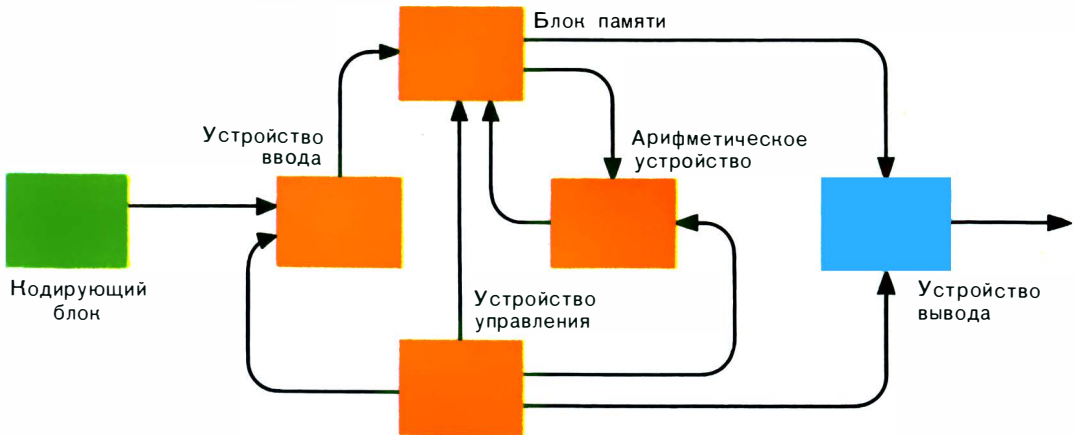
Арифметическое устройство производит сложение, умножение и другие математические операции. Сюда из памяти поступает информация в виде чисел, которую компьютер должен переработать. Полученные результаты либо остаются в арифметическом устройстве, либо сразу же помещаются в память.

Устройство ввода позволяет машине воспринимать информацию — исходные данные и программу. Устройство вывода, последний блок компьютера, превращает электрические сигналы в числа, графики, буквы, формулы. Самый распространенный способ вывода в современных ЭВМ — печатание результатов на широкой бумажной ленте. Однако в последнее время все чаще применяют дисплеи — устройства, имеющие телевизионный экран и клавиатуру. С их помощью можно вводить информацию в ЭВМ и выводить ее. Стоит соединить с дисплеем кабельную линию — и по ней можно передавать информацию и давать задания компьютеру, находясь от него на большом расстоянии.

Устройства ввода и вывода с каждым годом совершенствуются. Растет объем памяти компьютеров, как оперативной, так и внешней. Неуклонно возрастает скорость действия арифметического устройства. Все виртуознее руководит действиями ЭВМ управляющее устройство. Но весь этот технический прогресс не затрагивает языка компьютера. Ибо проблеме языка

*На смену электронным лампам и полупроводникам пришли интегральные схемы, что позволило значительно уменьшить размеры ЭВМ, повысить их быстродействие и надежность.*





Блок-схема ЭВМ первых четырех поколений.

решают не только и не столько инженеры, специалисты по вычислительной технике, сколько математики, программисты, специалисты по теории знаков (семиотике) и в последнее время — лингвисты, стремящиеся сделать доступным ЭВМ наш обычный человеческий язык.

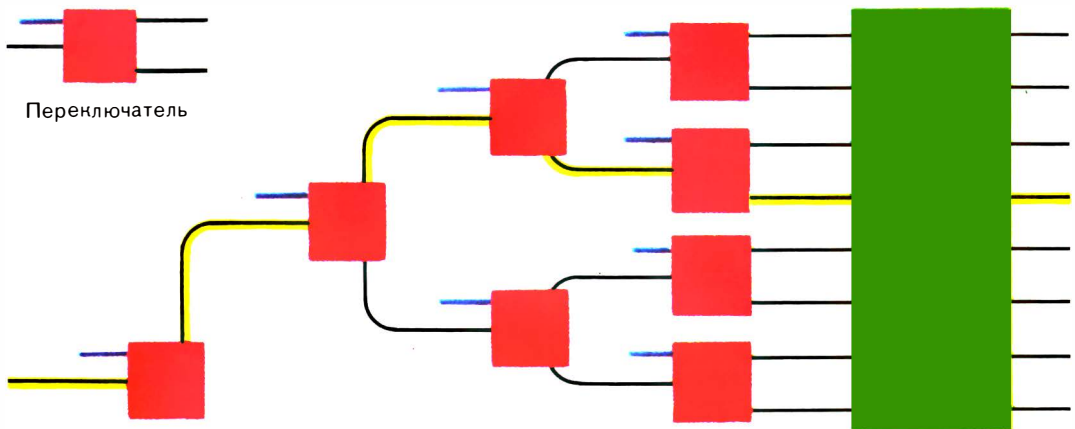
### ЯЗЫК МАШИН...

Как человек «разговаривает» с механизмом? Например, с автомобилем или трактором? Его приказы — это движения рук и ног, передаваемые

рулю, тормозам, сцеплениям, коробке скоростей. Язык ЭВМ — электрические импульсы. Скажем, пять импульсов подряд включают одни участки схемы и выключают другие. В результате схема производит определенные операции. Три импульса подряд, пауза и один импульс дают другую команду.

Команды — это второй, более высокий уровень машинного языка. Совокупность команд образует программу, подчиняясь которой действует электронный мозг. На первых порах все задания компьютеру переводились на язык чисел, понятный машине. Это отнимало массу времени. Да и про-

*Комбинации электрических импульсов, включающих одни участки схемы и выключающих другие, — это и есть язык ЭВМ.*







*В настоящее время существует множество языков программирования, которые позволяют специалистам решать с помощью ЭВМ самые разнообразные задачи.*

грамма решения какой-либо задачи, составленная для ЭВМ одного типа, не годилась для другого.

Вот почему уже в пятидесятые годы началась разработка специальных языков программирования, или алгоритмических языков (термин «алгоритм» образован от имени гениального узбекского математика ал-Хорезми; в настоящее время алгоритмом называют любое «точно сформулированное правило, назначение которого — быть руководством для достижения необходимого результата», как пишет профессор Н. К. Криницкий в книге «Алгоритмы вокруг нас»). Правила действия для компьютера, алгоритмы его работы, могут быть описаны на языке программирования не только в виде чисел. Тут можно использовать слова, буквы, математические символы. И что самое главное, программа переводится в машинные команды не вручную, а самим компьютером, автоматически — с помощью специальной программы-транслятора.

В 1956 году в США был создан транслятор, который переводил формулы в машинные команды. Он получил название «Фортран» (формульный транслятор). Затем начали появляться и другие языки программирования. В настоящее время их число приближается к пяти тысячам.

Язык «Фортран» доступен почти всем типам электронных вычислитель-

ных машин. Но многие задачи решаются по программам, составленным с помощью «Фортрана», не очень эффективно. Особенно если они связаны не только с вычислениями по формулам (например, рассчитывая на ЭВМ заработную плату, важно и правильно начислить заработок каждому сотруднику, и получить готовую ведомость). Вот почему для решения экономических задач был создан специальный язык, названный «Кобол». Почти все действия, которые требуются от машины, описываются на нем словами обычного языка. А язык «Аналитик», наоборот, пользуется формулами, так как предназначен для решения математических задач (все эти формулы высвечиваются на экране компьютера, подобно тому как мы пишем их на классной доске в школе).

«Пролог», «Джовиал», «Паскаль», «Математик», «Лого», «Альфа», «Лисп»... Перечислять языки программирования можно очень долго. Подробный рассказ о них потребовал бы целой книги: языки программирования столь же разнообразны и многочисленны, как и языки людей, населяющих нашу планету. И это порождает немалые трудности.

Быть может, всеобщий язык машин, понятный не только программистам и компьютерам, но и всем людям, возникнет лишь после того, как будет создан универсальный язык мысли?

О таком языке люди мечтали не один век. За семь столетий до эры компьютеров испанец Раймонд Луллий попытался создать язык мысли и построить машину, понимающую его.

## ...И ЯЗЫК МЫСЛИ

В молодости Луллий был отважным рыцарем, дуэлянтом, щеголем и повесой. Однажды, преследуя прекрасную даму, храбрый Раймонд въехал на коне в церковь, где молилась его избранница, и обратился к ней с признанием в любви. Дама скинула мантилью и, показав рыцарю страшную язву на своем теле, сказала:

— Сначала избавьте меня от этого, а потом клянитесь в вечной любви!

Пораженный Луллий оставил светскую жизнь и решил найти эликсир бессмертия. Эликсира он, конечно, не нашел, но обнаружил «аква виту» — «воду жизни», которую стали считать основным компонентом эликсира бессмертия. На самом же деле Луллий

научился добывать чистейший спирт (что, впрочем, умели делать задолго до него арабские алхимики). Однако не открытие «аква виты» прославило Раймонда Луллия, который, помимо всего прочего, был еще и романистом, и поэтом, основоположником литературы на каталонском языке (у себя на родине, в Испании, бывший

*Раймонд Луллий не только первым высказал идею усиления человеческого разума с помощью механизма, но и впервые попытался осуществить ее, построив «машину мысли».*







*Люди издавна пользуются различными способами общения. Мореплавателям и путешественникам, например, нередко при встречах с аборигенами приходилось прибегать к языку жестов.*

рыцарь, поэт и алхимик почитается как католический святой). «Арс магна» — «Великое искусство» — так называется главное изобретение Луллия, на многие века предвосхитившее работы современных ученых в области искусственного интеллекта.

В геометрии теоремы выводятся из немногих аксиом. Такие же аксиомы, как считали Луллий и его современники, есть во всех областях знания. Значит, все мыслимое знание о мире заключено в комбинациях основных аксиом. И получить это знание можно с помощью специальной машины.

Раймонд Луллий построил «машину мысли». Она состояла из концентрических вращающихся кругов. Круги эти были поделены на секторы — «камеры», раскрашенные в разные цвета и обозначенные буквами. Поворот рычага — круги приходят в движение, разные секторы совмещаются и порождают «формулу знания» — то или иное сочетание букв. Четыр-

надцать металлических дисков, расписанных буквами на разноцветном фоне, приводились в движение целой системой рычагов. Около 18 квадриллионов различных понятий могла дать диковинная «умная машина» Луллия!

...Если бы для каждой науки мы сумели составить поиск основных понятий! Тогда в самом деле «теоремы», следующие из них, порождались бы механически. Однако, кроме математики, ни одна наука и по сей день не в силах получать «теоремы» знания из исходных положений. Луллию удалось механизировать лишь составление гороскопов. Но его идея о том, что разум человека может быть усилен с помощью механизма, оказалась пророческой. Ее развили в XVII столетии два великих ученых — немец Лейбниц и француз Декарт.

«Искусственный язык возможен, и можно установить науку, от которой он зависит. С помощью его крестья-





*Для того чтобы облегчить общение людей между собой, созданы всевозможные средства связи: телефон, телетайп, почта и др.*

нин будет легче судить о сущности вещей, чем ныне судят философы», — писал в 1629 году Декарт. Всеобщий язык, язык мысли, по представлению французского ученого, — это своеобразный логический ключ для всех человеческих понятий. Декарт считал, что «следует установить методическое расположение всех мыслей-идей, подобно методически установленному порядку естественного ряда чисел. Подобно тому как можно в один день научиться на каком-нибудь неизвестном языке называть все числа до бесконечности, таким же образом должна быть найдена возможность сконструировать все слова, необходимые для выражения всего, что приходит и может прийти в человеческий ум. Все зависит от нахождения простых идей, которые свойственны представлению каждого человека и из которых складывается все то, что думают люди».

Декарт высказал общую идею языка

мысли. Его современник Лейбниц указал на способы построения такого языка, который мог бы стать «азбукой человеческой мысли»: слова в нем должны не только передавать идеи, но и делать наглядными их соотношения. А суждения нужно заменить вычислениями. Все сложные идеи тогда превратятся в комбинации простых понятий и идей. Как все делимые числа получаются из умножения неделимых (число 12 — это  $2 \times 6$  или  $3 \times 4$ ; 20 — это  $2 \times 10$  или  $4 \times 5$ ), так и все сложные понятия могут быть получены из элементарных «атомов» смысла.

На таком языке можно говорить: Лейбниц предложил облечь «азбуку человеческой мысли» в звуковую форму. Девять цифр соответствуют первым девяти согласным латинского алфавита (1 — это «б», 2 — «ц» и т. д.), десятичные разряды — пяти гласным (10 — «а», 100 — «э», 1000 — «и», 10 000 — «о», 100 000 — «у»). Единицы

более высоких разрядов можно обозначать сочетаниями двух гласных (1 000 000—«ау» и т. д.). Например, число 873 740 на языке мысли будет звучать как «мулодилэфа», число 108—«эм», число 1001—«иб» и т. д.

Лейбниц, по словам отца кибернетики Норберта Винера, является одним из предшественников этой науки, на два столетия опередившим свое время. Компьютеры частично уже осуществляют замысел Лейбница, казавшийся вплоть до середины нашего века фантастическим: «Свести понятия к символам, символы к числам и, наконец, посредством цифр и символов подвергнуть понятия механическому вычислению». Программы искусственного интеллекта позволяют ЭВМ «подвергать понятия механическому вычислению».

Однако не все здесь так просто, как кажется на первый взгляд. На «Фортране» можно передать математические формулы, «Кобол» позволяет ЭВМ решать задачи экономики и планирования. Многие языки программирования предназначены для обработки списков, а под списками кибернетики понимают и предложение, являющееся последовательностью слов, и машинную программу, представляющую набор действий ЭВМ, и очередь—«упорядоченный набор участников», и любой каталог—«упорядоченный набор элементов», и штат любого учреждения—«упорядоченный набор фамилий».

Но как превратить в список или формулы всю необычайно сложную, а порой и противоречивую сферу человеческой деятельности, мысли и чувства, желания и намерения, представления о времени и пространстве, о самих себе и об окружающем нас мире? Все это многообразие мы можем выразить с помощью нашего естественного языка.

Проблема, стало быть, заключается в том, чтобы перевести этот язык на языки программирования, понятные

машинам. И недаром ее называют проблемой номер один—центральной проблемой создания искусственного интеллекта.

## ПРОБЛЕМА НОМЕР ОДИН

Теория знаков, семиотика, изучает самые разнообразные системы общения, существующие в человеческом обществе. И не только в человеческом: семиотика исследует сигнализацию животных, разрабатывает космический язык, предназначенный для общения с неведомыми «братьями по разуму», которые, быть может, обитают в нашей Галактике. В ее ведении находятся и языки, созданные человеком для общения с машинами.

Люди пользуются различными средствами связи. Но основным средством общения был и останется человеческий язык, письменный и устный. На этот язык можно перевести и формулы математики, и сигналы, подаваемые флажками моряков, и жесты, сопровождающие речь, и пиктограммы, и алгоритмические языки, доступные ЭВМ.

А возможна ли обратная процедура? Ответить на этот вопрос без лингвиста, знающего все тонкости языка, нельзя.

Наука о языке всегда была связана с практикой. Это и обучение ребенка родной речи, и изучение иностранных языков, и перевод литературы с одного языка на другой. Появление электронных вычислительных машин поставило перед языковедами новую задачу: перевод языка человека на язык машин. В наши дни родилась специальная дисциплина, возникшая на стыке кибернетики и языкознания, вычислительная, или инженерная, лингвистика. Наука о языке все более начинает выступать как производительная сила, помогающая обществу с помощью ЭВМ решать сотни и тысячи насущных практических задач.

КОГДА  
ОТКРОЕТСЯ  
СЕЗАМ!

## «СЕЗАМ, ОТКРОЙСЯ!»

Мечта о том, чтобы словом повелевать вещами и природой, почти так же стара, как и само человечество. На вере в силу слова, его магию основаны различные заговоры и заклинания. «По щучьему велению» совершаются чудеса в сказках: стоит только произнести нужные слова — и невозможное становится возможным. «Сезам, откройся!» — говорит человек, и двери, не поддающиеся никаким ключам и отмычкам, сами собой открываются... В научно-фантастических романах и рассказах роботы ведут беседы с человеком, по приказанию людей появляются и исчезают всякие предметы. Но это опять-таки фан-

тастика, хотя и научная. А как на самом деле?

Конечно, очень удобно управлять техникой голосом, без всех этих бесчисленных клавиш, кнопок, рукояток и тому подобных приспособлений. Сказал: «Свет!» — и лампочка зажглась. Назвал нужный телефонный номер — и он автоматически набрался. По команде можно было бы включать телевизор или менять его программу. Словом, человек заговорил бы с компьютером по-человечески...

Однако наша речь — звучащее слово — оказалась очень крепким орешком. Давая прогноз на 2000 год, ученые говорят о лабораториях на Луне,



об электронных шахматных гроссмейстерах, но... никто не решается сказать, что к 2000 году построят машину, говорящую, как человек. Есть даже мнение, что такая машина никогда, быть может, не будет создана. Почему? Не удастся найти формулу языка, формулу обычной звучащей речи. Несмотря на то что вот уже несколько поколений инженеров, техников, лингвистов, акустиков, физиологов, а в последнее время кибернетики и программисты пытаются сделать это.

### «ЗАХВАТ РЕЧИ»

Первые попытки создать механический голос, с помощью техники воспроизвести речь человека, были предприняты в XVIII столетии. В 1780 году Петербургская Академия наук провела конкурс, целью которого было определить, «не можно ли сделать орудия, подобные органическим трубам, известным под именем человеческого голоса... кои бы произносили гласные буквы «а», «е», «и», «о», «у».

Победил в этом конкурсе врач, механик и физик Х. С. Краценштейн. Он сделал механическую гортань. Взяв отрезок органной трубы, изобретатель поместил туда язычок с пружиной. Воздух, входя в трубу, колебал язычок. Пружина сжималась и действовала на резонаторы. Звук, возникавший при этом, напоминал звук человеческого голоса.

В конце XVIII столетия говорящий автомат создал венгр Фаркаш Кемпелен, творец разнообразных хитроумных механизмов. Подобные механические устройства делали и в XIX столетии. Так, в 1835 году в Дублине демонстрировался прибор, состоящий из мехов, свистка, кожного резонатора, рычага, вибратора и управляющей ручки. Умело двигая этой ручкой, можно было извлекать различные звуки, подражая речи человека.

В том же XIX веке рождается наука о языке. Ученые находят поразительное сходство между словами и звуками древнегреческого, древне-

индийского, латинского, французского, английского, исландского, русского, таджикского, литовского и еще целого ряда языков, образующих одну великую семью — индоевропейскую. Лингвисты выводят своеобразные формулы, согласно которым тот или иной звук в одном индоевропейском языке соответствует тому или иному звуку в другом. Похожие формулы были найдены и для языков, образующих тюркскую, семито-хамитскую, монгольскую и многие другие семьи языков. Изучение самой звучащей речи приводит к возникновению экспериментальной фонетики, тесно связанной с техникой.

В двадцатом веке приборы, имитирующие речь человека, стали более совершенными. Кроме того, создаются устройства, способные реагировать не на нажатие кнопки, а на команду человека. Ричард Педжет отлил механическую гортань из пластмассы. С ее помощью можно было воспроизвести простые фразы вроде: «Алло, Лондон, вы слушаете?» или «О, Лейла, я люблю вас!» Педжет построил и игрушечную собачку «Радио-Рекс», реагирующую на свое имя.

«Радио-Рекс» был сделан из целлулоида, но имел железное основание. Игрушку удерживал на месте электромагнит. Стоило громко крикнуть: «Рекс!» (что давало сигнал частотой в 500 герц), как поступление тока в электромагнит прекращалось. Вслед за этим распрямлялась пружина — и собачка срывалась с места. Ни о каком понимании сигнала тут не могло быть и речи. Точно так же, механически, выполнял приказы «Стоп!», «Иди!», «Встань!» огромный, в полтора человеческого роста, робот, который демонстрировался перед второй мировой войной на международных выставках в Сан-Франциско и Нью-Йорке.

В тридцатых годах начинают появляться электронные устройства, синтезирующие речь. С помощью так называемого водера, оформленного как клавишник, человек мог не только «говорить», но и «болтать», быстро и умело нажимая на нужные клавиши и педали. Затем было создано еще

более совершенное устройство — вокодер. Воспроизведение речи происходило в нем автоматически.

С появлением первых быстродействующих ЭВМ сразу же встал вопрос: нельзя ли соединить два достижения электроники — электронную речь и электронный мозг компьютера — так, чтобы машина сама синтезировала

звуки речи, говорила по-человечески? И не только сама говорила, но и понимала человеческую речь?

В начале 50-х годов один английский инженер-акустик построил прибор, названный «ящик-арбуз». Спереди «ящика» висел микрофон, наверху находилась красная лампочка. Стоило кому-либо сказать слово «ар-

*Как ни стараются ученые обучить машину «захвату речи», добиться этого им пока не удалось.*







буз» — и лампочка тотчас загоралась. Ничего другого «ящик-арбуз» делать не мог. Впрочем, для другого он и не предназначался.

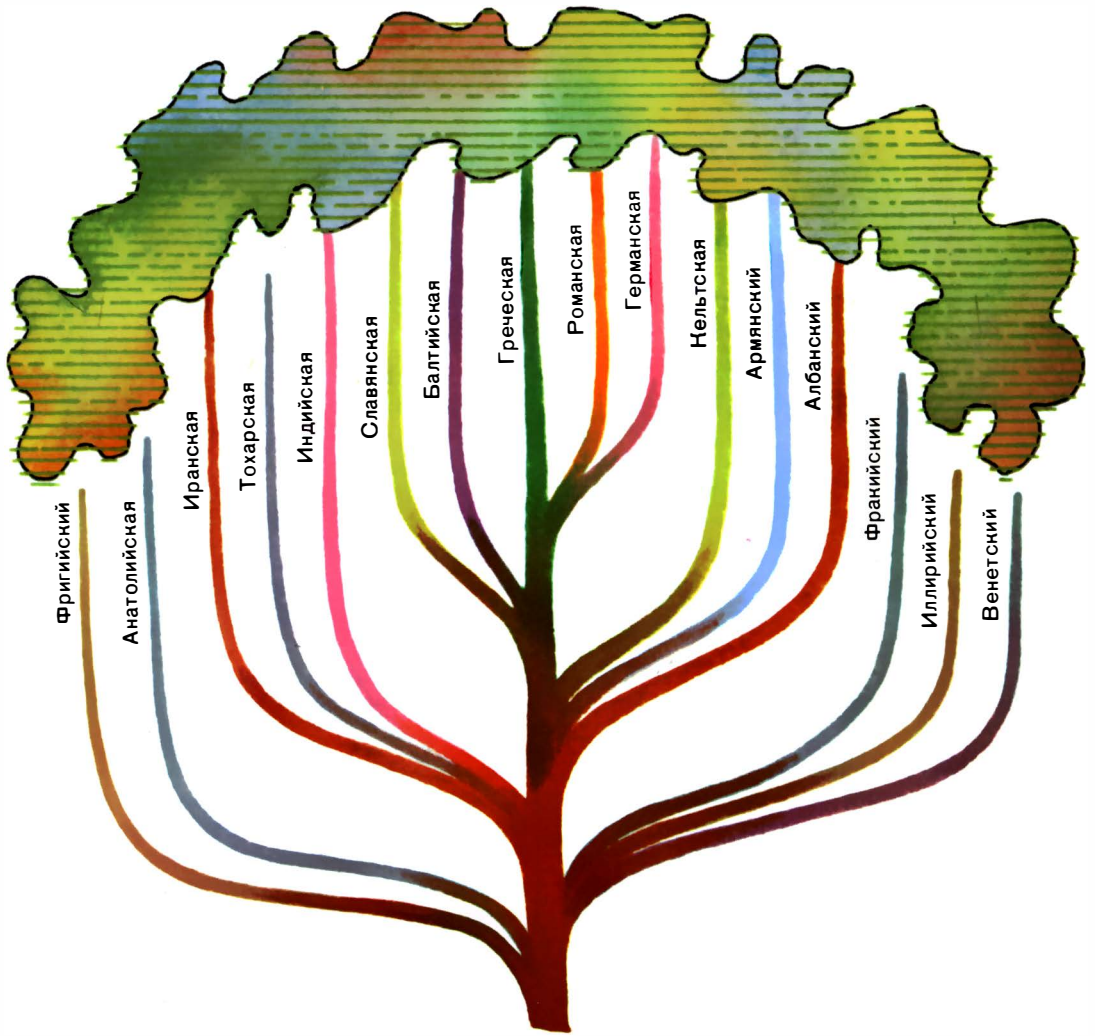
Теперь представим себе, что у нас не один такой «ящик», а тысяча. Каждый из них понимает одно-единственное слово. Тысячи слов вполне хватит, чтобы вести разговор с вычислительной машиной.

Но в том-то и дело, что слово «арбуз», по-английски звучащее как «Water-melon», содержит четыре последовательных четких гласных звука. Электронный «ящик» улавливал их последовательность и зажигал красную лампочку. А вот в других английских словах такой четкой последовательности не найти. И «ящики», созданные, например, для узнавания слов «программа», «бит», «алгоритм», этих слов не распознали бы.

«На протяжении двадцати лет многие исследовательские коллективы пытались усовершенствовать подобные «ящики», — пишет американский кибернетик Б. Рафазл в книге «Думающие компьютеры». — Были разработаны огромные, чрезвычайно сложные и дорогие системы, использующие как аналоговые, так и цифровые ЭВМ. Они содержат блоки для определения многих гласных и согласных звуков, высоты тона, громкости, тембра, продолжительности и великого множества других характеристик речевых звуков. Но даже лучшие системы этого типа могли идентифицировать не более 100 слов, и то, если слова произносились четко, по одному, и только тем человеком, на чей голос система была настроена».

Созданная в Англии система «Трешолд» распознает до 220 различных слов. При этом учитывается тембр, окраска голоса и другие особенности каждого человека, говорящего с «Трешолдом». Система используется для управления станками, для опозна-

*Специалисты фиксировали речь с помощью звукозаписывающих устройств, но и в таком виде она оказалась недоступной компьютеру.*



*Древо индоевропейской семьи языков, одной из многочисленных семей языков мира.*

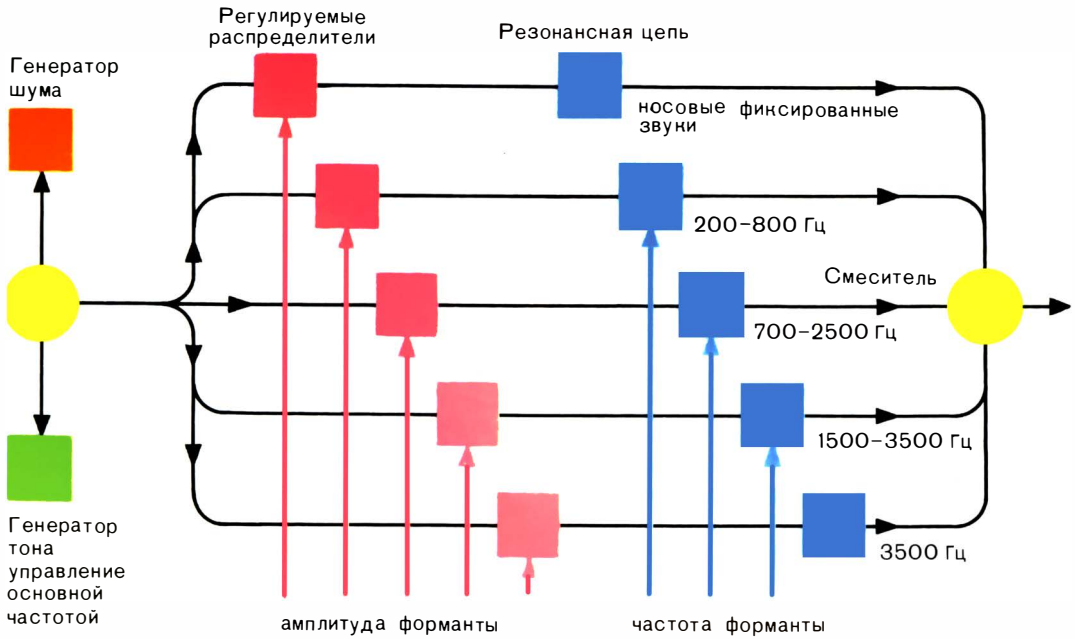
ния личности по голосу, для обслуживания парализованных больных, для проверки багажа в аэропортах, для контроля качества на конвейерах.

В американском университете Карнеги-Меллона есть система «захвата речи», которая распознает до 95 процентов фраз. Словарь ее содержит свыше тысячи слов. И фразы произносит не один человек, а пять: две женщины и три мужчины. В конце 1984 года известная фирма по производству компьютеров ИБМ объявила о завершении работ над ЭВМ, способной писать под диктовку. Разумеется,

не любой текст, а деловые бумаги с их стандартными оборотами. Словарь автоматической машинистки состоит из пяти тысяч слов. И что самое ценное, писать она может под диктовку разных людей почти со сто-процентной точностью.

Японское устройство «Ниппон» — приставка к обычной ЭВМ — не только строит графики на экране дисплея, но и синтезирует ответы компьютера в виде звуковой речи (и даже музыки: особое впечатление на специалистов произвела четырехтоновая мелодия на заданную тему, сочиненная ЭВМ и ис-





*С помощью синтезаторов, имеющих подобное устройство, можно воспроизводить речь человека.*

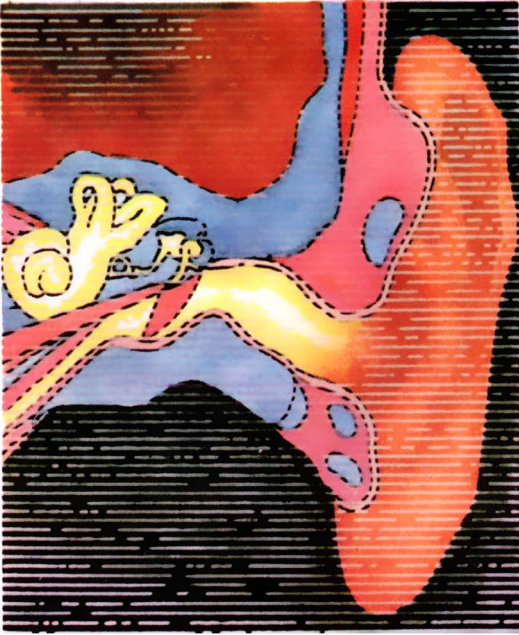
полненная ею же на электронном органе). Американская фирма «Эйч-си электроникс» выпустила портативный синтезатор речи для немых. В его электронной памяти записано 45 звуков английского языка, 13 самых употребительных приставок, наиболее встречающиеся в речи слова и 16 коротких фраз типа «Меня зовут...». С помощью клавишей из этих заготовок можно строить нужные фразы, которые затем, после нажатия клавиши с надписью «говори», синтезатор произнесет вслух по-английски.

Подобные работы ведутся и в нашей стране. Ученые, например, уже могут голосом, не прибегая к помощи печатного устройства, вводить в ЭВМ данные для расчета газопроводов. Построенная в Белоруссии система «Интеллект» позволяет сотрудникам Министерства коммунального хозяйства БССР вести беседу с компьютером любого райцентра республики по-человечески, хотя тематика такого диалога пока весьма ограничена.

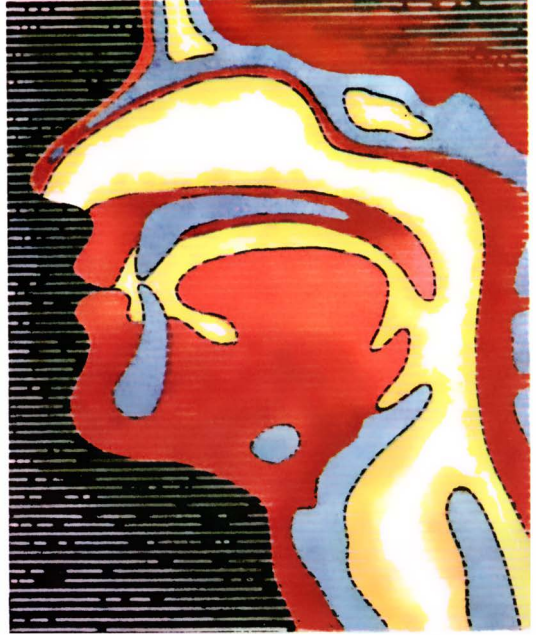
В институте языкознания Грузинской академии наук ЭВМ синтезирует фра-

зы на грузинском и русском языках (интересно, что в первых опытах русские слова она произносила с явным грузинским акцентом,—ведь учителями ее были грузинские ученые!). Десять лет кропотливо работают над «захватом речи» ЭВМ украинские кибернетики. Компьютер распознает тысячу различных слов. Слова эти он может высветить на экране. Машина узнает по голосу, кто с ней говорит: чужой или свой. И если слышит голос чужака, то не реагирует на него.

«Акустический диалог человека с машиной» — так называется тема, над которой трудятся советские ученые из Института физиологии имени И. П. Павлова и французские ученые из Высшей национальной школы электроники и радиотехники города Гренобль. Поиск ведут физиологи, инженеры, языковеды, математики и программисты. Создана модель человеческого уха. Слово, сказанное в микрофон, записывается на фотобумаге. Эту запись анализирует ЭВМ — и дает картину возбуждения в слуховом нерве, воспринимающем звуки речи. С по-



*Человеческое ухо способно воспринимать звуки с частотой от 10 до 20000 колебаний в секунду.*



*Индивидуальную окраску и характерное звучание нашему голосу придают верхние резонаторы.*

мощью компьютера на специальном пульте, нажимая клавиши, можно произносить гласные звуки, неотличимые от тех, что произносит человек...

И все-таки главная задача — обучить электронный мозг ЭВМ понимать звучащую речь — до сих пор не решена.

## ОТ ЗВУКА К СМЫСЛУ

Речь человека можно записать на магнитофонную пленку, пластинку. Речь эту можно сделать «видимой»: достаточно подключить микрофон к осциллографу. На экране его появится мелькание кривых — зримая запись голоса. А нельзя ли узнать в той или иной кривой конкретные звуки речи? По специальной программе компьютер проанализирует кривые, распознает отдельные звуки, составит из них слова. А дальше все пойдет как по маслу — слова поступят в память ЭВМ, и она начнет работать по программам, заложенным в ее память. То есть тогда не будет практической

разницы между вводом в машину письменного текста и устной речи... Но в том-то и беда, что, несмотря на все технические ухищрения, все старания физиков и математиков, и по сей день расшифровать «видимую речь» не удается.

Каждый человеческий голос имеет свои особенности. Он неповторим, как и отпечатки пальцев. Можно настроить ЭВМ на голос конкретного человека. Но заговори с машиной другой человек — и диалога не получится.

Голос позволяет нам передавать различные оттенки чувств. Интонация может противоречить смыслу того, что мы сказали. Один и тот же человек, будучи ребенком, подростком, юношей, взрослым человеком и стариком, говорит по-разному. По голосу порой можно определить не только возраст или пол, но и профессию человека, например актера, адвоката, учителя, крановщика. Мы говорим неодинаково, делая доклад, беседуя с приятелем, «болея» на стадионе, укладывая спать малыша. Заболели анги-



ной или гриппом — сразу меняется наше произношение. И все равно, хотя одно и то же слово можно произнести десятками способов, мы понимаем его смысл. Понимаем и акцент иностранца, и сюсюканье ребенка, и простуженный хрип больного человека.

Почему? Ведь звуки речи совершенно различны, они дадут совсем иные кривые на экране осциллографа! Долгое время на этот вопрос не было ответа. Лишь в нашем столетии была создана специальная дисципли-

на — фонология, которая сумела объяснить чудо понимания звучащей речи. Чудо это возможно лишь потому, что в языке есть своеобразные «атомы» — фонемы. Они-то и позволяют нам, несмотря на все фантастическое разнообразие звуков, понимать друг друга.

Возьмем пять слов: «мал», «мел», «мил», «мол», «мул». Согласные в них одни и те же. Но изменение одной только гласной превращает «мел» в «мула», а «мула» в «мол». Мы можем произнести слово «мал» с долгим «а»

*Благодаря наличию фонем в нашем языке мы понимаем речь не только отдельного человека, но и десятков людей, поющих в хоре.*







*Все люди говорят по-разному — в зависимости от настроения, профессии, национальности, возраста и многих других причин.*

или кратким, смысл его не изменится. Долгое «а» и «а» краткое — один «атом» языка, одна фонема.

Однако это относится только к русскому языку. В латинском языке долгое «а» и краткое «а» — две различные фонемы. Слово «малум» (с долгим «а») означает по-латыни «яблоко», а слово «малум» (с кратким «а») — «зло». Звук «а» можно произнести еще и прерывисто, сделав смычку голосовых связок (на письме это обозначают с помощью апострофа: «а’»). Если я, волнуясь, скажу вместо

обычного «на» прерывистое «на’», любой поймет меня. А вот в языке индейцев майя «на» означает «дом», а «на’» — «мать». Этот древний язык имеет три фонемы: «а» краткое, долгое и прерывистое. То же самое и с фонемами «е», «и», «у», «о». Таким образом, в русском языке всего пять гласных фонем, в латинском — десять, а в языке майя — пятнадцать.

Еще больше разнообразия среди согласных. Запыхавшись, мы произносим согласные звуки с придыханием. Но смысла слов оно не меняет. Скажем



ли мы «пал в бою», произнеся «п» без придыхания, или же «п<sup>х</sup>ал в бою» («п» с придыханием) — это все равно. В языке хинди слово «пал» означает «мгновение», а «п<sup>х</sup>ал» — «плод, фрукт». В аварском языке, на котором говорят в Дагестане и на котором пишет свои стихи народный поэт Расул Гамзатов, есть 14 различных звукофонем на месте одной, которая обозначается в русском языке буквой «к» (в аварском есть «к» простое, «к» с придыханием, «к» взрывное и так далее).

Не будь фонем, поток речи превратился бы просто в поток звуков. Между тем одну и ту же фонему мы произносим по-разному. Запишите на магнитофонную пленку фразу, сказанную одним и тем же человеком два раза подряд. Анализ покажет, что звучание фразы в первом и во втором случае неодинаково.

«Паспорт звука» найти очень трудно. Даже для конкретного человека... Может быть, такой «паспорт» удастся отыскать не для звука (ведь каждый раз в речи он произносится по-иному, с вариантами), а для фонемы? Пусть речь будет сбивчивой или хриплой, пусть всякий раз говорящий по-иному произносит «а» или «с», но фонема-то остается фонемой. Именно потому мы и понимаем друг друга, что умеем узнавать фонемы в одеянии конкретных звуков речи, таких изменчивых и непостоянных.

Попыток научить машину узнавать фонему было множество, но к успеху не привела ни одна из них. В принципе, можно построить очень сложный аппарат, дающий анализ «видимой речи». Можно соединить его с мощной ЭВМ, наделенной огромной памятью. Такая система будет распознавать тысячу и даже больше слов,

узнавать не один, а десяток голосов. Но вот сменился оператор, чей голос-«эталон» имелся в памяти машины. Нового же оператора система не понимает: нужна настройка ее на голос этого оператора (когда корреспондент «Известий» пришел в Киевский институт кибернетики поговорить с машиной, обученной пониманию тысячи слов, разговор не состоялся: компьютер был настроен на голоса своих программистов, чужих голосов он не признавал). Всякое новое слово, которым мы захотим пополнить электронную память компьютера, требует кропотливой работы. Надо будет не только закодировать его признаки и значение, но и записать его в произношении всех людей, которые хотят разговаривать с машиной. А произношение это зависит от настроения, здоровья и многого другого!

Получается, что ЭВМ говорит с каждым человеком на его сугубо индивидуальном языке. Что было бы, если бы и мы общались так друг с другом? Познакомился с новым человеком — изучай его язык, его произношение, особенности голоса и прочее. Узнал новое слово — старайся вслед за тем узнать, как будет произносить его тот или иной приятель. Не узнаешь — в его устах оно будет для тебя пустым звуком.

Чтобы распознать фонему, надо знать смысл слова. Выходит, нужно научить компьютер понимать слова. Лишь тогда ЭВМ сможет расчленить поток звуков на отдельные «атомы» — фонемы. Гораздо проще общение с компьютером в том случае, если человек садится за телетайп или печатающее устройство и машина сама переводит на свой язык импульсов приказы человека. О таком диалоге и пойдет речь в следующей главе.

ДИАЛОГ  
С ЭВМ

## БЕСЕДА С «ЭЛЛОЧКОЙ»

Эта беседа состоялась 15 марта 1973 года на отделении математической лингвистики Киевского государственного университета. Участвовали в ней двое: студент второго курса Юрий Н. и ЭВМ, действующая по программе «Эллочка». Разговаривали они не вслух, а с помощью телетайпа: студент печатал вопросы, как на пишущей машинке, и «Эллочка» отстукивала ответ. Впрочем, первой начала разговор «Эллочка».

— Здравствуйте, — напечатала она. — Полагаю, вы пришли побеседовать со мной на специальные темы.

— Здравствуйте, — ответил студент. — Не совсем так.

— Пожалуйста, продолжайте, — вежливо предложила «Эллочка».

— Я хотел бы поговорить с вами о погоде, — напечатал студент.

— Почему вы решили побеседовать со мной? — спросила «Эллочка».

— Сейчас скверная погода, — ответил студент. — Мне невмоготу.

— Мы отвлеклись от темы. В чем ваше основное занятие? — осведомилась «Эллочка».

— Прямо тупик какой-то, — продолжал сетовать на погоду студент.

— Наша общая цель — поддержать разговор, а не завести его в тупик, — подхватила «Эллочка». — В чем ваши проблемы?

— Завтра будет солнечно или пасмурно? — спросил студент.

— Ладно, переменим тему, — сказала «Эллочка». — Какой язык программирования вы предпочитаете?

— «Пи-Эль один», — ответил студент, назвав один из самых популярных в наши дни языков программирования.

— Лучше всех других языков я понимаю «Паскаль», — призналась «Эллочка». — А вы знаете язык «Паскаль»?

— «Пи-Эль» я знаю лучше, — сказал студент.

— Самый лучший язык на свете — «Паскаль», — заявила «Эллочка». — Вы согласны со мной?

— К сожалению, нет, — откровенно сказал студент.

— Чем вы занимаетесь? — спросила «Эллочка».

— Программированием, — ответил студент.

— Вы когда-нибудь имели дело с компьютером? — поинтересовалась «Эллочка».

— Да, и не раз, — сказал студент.

— Ваш ответ слишком однозначен — это больше пристало машине, чем человеку. А вы кто? Я вас не вижу, — заявила «Эллочка».

— А как вы думаете? — задал в свою очередь вопрос студент.

— Почему вы спрашиваете об этом? — ответила «Эллочка» вопросом на вопрос.

— Ну, тогда я признаюсь: я человек.

— Нельзя ли несколько подробнее? — спросила «Эллочка».

— Студент, — последовал ответ.

— Позвольте дать вам совет: займитесь лингвистикой, — сказала «Эллочка». — Как вы относитесь к лингвистам?

— Весьма доброжелательно, — ответил будущий специалист по математической лингвистике.

— По-моему, ваш ум занят чем-то другим. Над чем вы серьезно работаете? — спросила «Эллочка».

— А что вас интересует? — парировал студент.

— Вам в самом деле интересно? — спросила «Эллочка».

— Мне очень стыдно, но непонятно, — сказал студент весьма туманно, на что последовало нравоучение «Эллочки»:

— Не забывайте, что вы имеете дело с электронным собеседником, не умничайте.

— Хорошо, — согласился студент. — Раз так, поговорим о чем-нибудь другом.

— В каком смысле? — уточнила «Эллочка».

— В смысле диалога, — ответил студент.

— Какая великолепная вещь — интеллектуальный диалог, правда? — подхватила его предложение «Эллочка».

— А почему бы не поговорить о ваших проблемах? — спросил студент.

— Избегайте слишком сложных проблем, — ответила «Эллочка». — Какой метод вы используете?

— Метод неопределенных ссылок, — сказал студент.

— Этот метод устарел, — заявила «Эллочка». — Вы не пробовали применить статистику?

— Пробовал, не помогает, — признался студент.

— Какое отношение это имеет к математике или кибернетике? — осведомилась «Эллочка».

— Самое прямое, — сказал студент.

— Любопытное замечание, коллега, — вежливо констатировала «Эллочка». — Приведите пример ваших научных проблем... Вы решаете свои задачи с помощью ЭВМ?

— Не всегда, — ответил студент.

— Я, кажется, не совсем вас понимаю. Что вы хотели этим сказать?

— В общем случае решение проблем... — начал студент и не закончил свою тираду.

— Решение зависит от интеллекта автора, вы согласны? — подхватила «Эллочка».

— Вполне, — согласился студент и, слегка обидевшись на замечание об интеллекте, спросил: — На что вы намекаете?

— Об этом спросите в четверг у



заместителя декана,— пояснила «Эллочка».

— О чем, интересно? — осведомился студент.

— Неужели не понятно? — удивилась «Эллочка».

— Хорошо, так и сделаю,— поспешил ответить студент.

— Что это вам даст? — уточнила «Эллочка».

— Мне надоело,— сказал студент, утомленный разговором с «Эллочкой». — До свидания.

— До свидания,— закончила «Эллочка» свой разговор со студентом.

## В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

Разговор «Элочки» со студентом, как вы сами только что убедились, создает впечатление полного понимания собеседниками друг друга. А там, где это понимание затруднено, «Эллочка» задает уточняющие вопросы. И старается вести беседу со студентом в русле его специальности — математической лингвистики, а не гадать о том, будет ли завтра солнечно или пасмурно.

Каким же образом удастся «Эллочке» вести беседу с человеком? Неужели эта программа, введенная в электронный мозг ЭВМ, действительно позволяет компьютеру понимать человеческую речь? И не только понимать, но и активно участвовать в диалоге?

Конечно, понимания речи, подобного человеческому, здесь нет. «Эллочка» — это одна из так называемых игровых программ, позволяющих изучать механизм общения человека с компьютером и возможности их взаимного понимания. Первая программа этого типа носила название «Элиза». Человек задавал компьютеру вопросы, типичные для врачей-психиатров или терапевтов. Машина отвечала на них и сама задавала вопросы собеседнику.

— Вы не очень настойчивы, но я думаю, что вы не хотите, чтобы я это заметил,— говорил, точнее, печатал на телетайпе человек.

— Что заставляет вас думать, будто я не очень настойчива? — отвечала «Элиза».

— Вы не спорите со мной,— пояснил человек.

— Почему вы думаете, что я не спорю с вами? — спрашивала «Элиза».

— Вы боитесь меня,— ответил человек.

— Доставляет ли вам удовольствие считать, что я вас боюсь? — парировала «Элиза».

Беседа человека и компьютера протекала и далее в подобном же духе. Сначала компьютер изучал слова, что были в вопросе, заданном человеком, или в ответе, который он давал на вопрос. Затем, найдя ключевые слова, машина переставляла их, меняла конструкцию фразы и печатала в виде «умного» ответа или вопроса.

— Вы не спорите со мной,— говорил человек «Элизе».

Программа ставила на первое место готовый оборот: «Почему вы думаете, что...», к нему приставляла фразу человека, без местоимения «вы», заменив его на «я». Получался вполне разумный ответ:

— Почему вы думаете, что я не спорю с вами?

Припомните, такое, вероятно, было и у вас. Например, вам объясняют доказательство теоремы о сумме углов треугольника. Слушали вы невнимательно. «Понятно?» — спрашивает учитель. «Понятно», — отвечаете вы. «Что понятно?» — спрашивает учитель. «Что сумма углов в треугольнике равна 180 градусам», — даете вы ответ, хотя доказать теорему не сумеете.

Таким образом и некоторые недалекие люди, желая прослыть знатоками и эрудитами, ведут разговоры на мало понятные им темы, время от времени повторяя сказанное собеседником: «Да, я понимаю, вы говорите, что...» И далее следует фраза, только что услышанная от говорящего, хотя сам «эрудит» ничего в ней не понял.

Американский кибернетик Эрл Хант в монографии «Искусственный интеллект» пишет, что, прежде чем разоб-

лать программу «Элиза» как ловкую шутку, следует обсудить вопросы, которые она поднимает. «Элиза» поддерживает разговор с человеком. Значит понимание у нее все-таки есть, только не смысла, а конструкции фразы. Когда же «Элизе» предлагали решать математические задачи — на языке человека, а не машинных алгоритмов! — она с успехом их решала. И делала уточнения опять-таки на человеческом языке, если в условиях для нее все было ясно.

— Площадь круга равна «пи», умноженному на радиус круга, возведенный в квадрат, — давал «Элизе» условия задачи человек. — Площадь сферы равна «пи», умноженному на диаметр шара, возведенный в квадрат. Диаметр объекта равен двум радиусам объекта. Радиус мяча равен 10 сантиметрам. Какова площадь поверхности мяча?

Для нас в этой задаче все ясно, садись и решай. Для обычного компьютера она неразрешима. Компьютер не может применить какую-либо формулу, так как не знает, что такое мяч. «Элиза» решила эту задачу следующим образом.

— Допущение, что мяч — это круг, непротиворечиво. Продолжать ли работу?

— Нет, — отвечал человек.

— Допущение, что мяч — это шар, непротиворечиво. Продолжать ли работу? — вновь спрашивала «Элиза».

— Да, — отвечал человек.

Тогда «Элиза» производила нужные вычисления и печатала результат:

— Площадь поверхности мяча равна 1256, 6359 см<sup>2</sup>.

Киевская «Эллочка», в отличие от своей американской сестры «Элизы» вычислений не производит. Зато она может вести беседу с человеком гораздо более тонко и гибко, чем «Элиза». Американская программа для ответа находила во фразе ключевые слова, затем переставляла их и меняла конструкцию фразы. «Эллочка» дает ответы двух типов. Первый — «стандартная фраза — ответ на ключевое слово, уточняющая или, точнее, угадывающая смысл вопроса»,

как пишет Т. Б. Андрусенко, автор программы «Эллочка». Второй тип ответов — фразы-штампы «для случая, когда ключевое слово в анализируемой форме не найдено».

Например, студент желает узнать, будет ли завтра солнечно или пасмурно. Компьютер, действующий по программе «Эллочка», предлагает переменить тему и задает контрвопрос: «Какой язык программирования вы предпочитаете?» Этим самым беседа переводится в русло тем, понятных машине. «Эллочка» может дать разумный совет «заняться лингвистикой», сообщить, что лучший язык на свете — язык «Паскаль» (программа «Эллочка» написана именно на этом машинном языке), и заявить о том, что «решение проблем зависит от интеллекта автора».

#### «УЧЕНИК», «ДИСПУТ», «СТУДЕНТ» И ДРУГИЕ...

Как решались задачи компьютерами на заре кибернетики, в конце сороковых — начале пятидесятих годов? Человек закладывал программу в ЭВМ, и затем без всякого его участия электронный мозг машины начинал вычислять. Только и всего. А диалог человека с машиной позволяет уточнять условия задачи, вести поиск новых путей ее решения. Одна из первых программ диалога, созданная в начале шестидесятих годов, носила название «Ученик». В ту пору она произвела ошеломляющее впечатление. Компьютер не только решал задачи, где условия давались не на языке чисел, а на обычном языке, но при этом еще выяснял у человека то, что казалось машине неясным!

Например, «Ученику» предлагалась такая задача: «Вес корабля брутто составляет 20 000 тонн. Если вес его нетто — 15 000 тонн, то каков вес корабля карго?»

Как будете решать эту задачу вы? Видимо, сначала спросите, что такое брутто, нетто и карго. А может быть, догадаетесь по условиям задачи, что брутто — это вес груженого корабля,



Информационная система «Оракул» позволяет ознакомиться с любыми материалами, опубликованными на страницах сегодняшних газет и журналов.

а нетто — пустого; следовательно, карго — это груз корабля.

Что такое карго и нетто, компьютер знал, эти сведения в его память ввели. Но он не знал, что такое карго. И поэтому «Ученик» задал вопрос:

— Что значит выражение «вес корабля карго»? — Пояснив далее: — Данных недостаточно для решения. Пытаюсь разобраться. Известны ли вам дополнительные связи между такими переменными: «вес корабля брутто», «вес корабля нетто» и «вес корабля карго»?

— Да, — ответил человек.

— Сообщите их мне, — попросила машина.

— Вес корабля карго представляет собой разность между его весом брутто и весом нетто, — последовал ответ человека.

Для нас теперь все было бы ясно. Но компьютер должен был еще «осознать», что в ответе человека «вес брутто» — то же самое что «вес ко-

рабля брутто», а «вес нетто» — то же, что «вес его нетто». И «Ученик» напечатал такой текст:

— Предполагаю, что «вес нетто» соответствует «вес его нетто». Предполагаю, что «вес брутто» соответствует «вес корабля брутто».

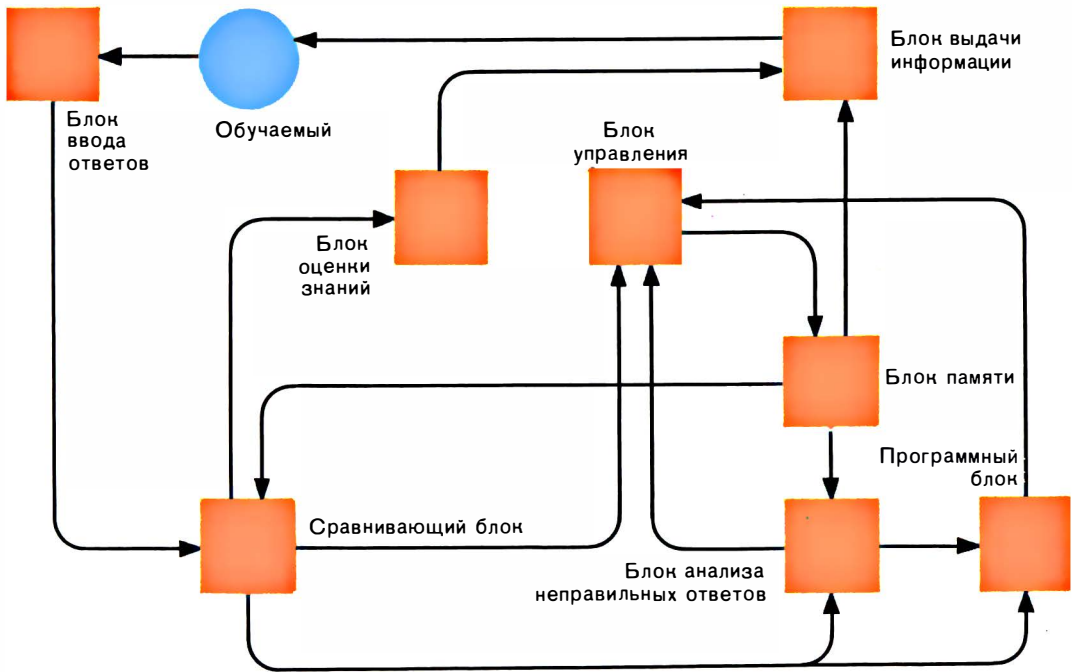
Лишь после этих предположений компьютер сделал вычисления и напечатал ответ:

— Вес корабля карго — 5 000 тонн.

Программы ЭВМ, решающие задачи с подсказкой человека, ведущие с ним диалог на человеческом языке, в шестидесятых годах воспринимались как удивительный аттракцион. Затем в нашей стране и за рубежом начали создавать программы диалога, которые должны были не удивлять, а работать.

Одной из первых таких программ была американская вопросно-ответная система «Бейсбол». Машине задавали вопросы о встречах бейсбольных команд в первенстве США. Компью-





Блок-схема обучающей электронной машины «Репетитор».

тер называл год встречи, месяц встречи, номер игры, день встречи и счет, с которым она закончилась.

Советская вопросно-ответная система «Поэт» выдает справки о производстве и экономике. Американская система «Конверс» хранит в памяти свыше 10 000 сведений о 120 городах США. Назначение советской «Диалоговой информационно-справочной системы для планирования и управления на транспорте» — сокращенно «Диспут» — ясно из ее названия. Все эти системы общаются с человеком по-человечески.

В нашей стране, в Вычислительном центре Академии наук СССР, создана система «Дилос». Подобно «Диспуту», «Конверсу» или «Поэту» она может давать справки на языке человека. Вместе с тем «Дилос», как «Элиза» или «Ученик», может решать логические и математические задачи (например, она принимает заказы на тот или иной рейс Аэрофлота, распределяет пассажиров по местам и хранит все свободные и занятые номера мест в электронной памяти).

На факультете кибернетики Киевского университета под руководством Н. Н. Чемерис разработана диалоговая система «Студент». В памяти компьютера хранятся сведения о студентах этого факультета: номер зачетной книжки, анкетные данные, сведения о родителях, об успеваемости в школе и в вузе и т. д. Вопросы можно задавать на обычном языке. Если вопрос непонятен машине, она просит сформулировать его иначе.

Например, вы спрашиваете компьютер: «Где живет студент Иванов Семен Степанович?» В ответ машина печатает: «Вас интересует адрес студента?» И, получив ваше «да», дает справку: «Студент Иванов Семен Степанович прописан по адресу: Киев, Лютеранская улица, 10, квартира 5». Вслед за этим задается вопрос: «Вы получили интересующую информацию по этому студенту?»

Если у вас вопросов больше нет, вы говорите «да», и компьютер прекращает беседу, поблагодарив за внимание. Если вы еще не все выяснили, то можете задать другие вопросы: о

годе рождения студента Иванова, номере его зачетной книжки и так далее. Но вот какой-то шутник спрашивает компьютер: «Как зовут собачку Иванова?» Машина отвечает: «Сформулируйте, пожалуйста, ваш вопрос иначе». — «Какую кличку дал студент Иванов своей собачке?» — переспрашивает шутник. «Извините, этой информации система не имеет», — отвечает компьютер. И добавляет: — Вы получили интересующую информацию по этому студенту?»

Системы, подобные «Студенту», «Поэту», «Бейсболу», «Конверсу», выдают справки по требованию человека. Нельзя ли сделать наоборот: сама машина будет задавать вопросы, а человек станет отвечать на них? Нельзя ли поручить компьютеру миссию педагога-экзаменатора?

В 1970 году американские кибернетики создали диалоговую систему, называвшуюся «Учитель» и «Ученик». В памяти «Учителя» — им была электронная вычислительная машина —

хранились сведения о странах Латинской Америки: об их площади, населении, языках, на которых говорят в этих странах, и тому подобная информация. Машина задавала «Ученику» — человеку — вопрос:

— Что такое Бразилия?

Человек печатал ответ:

— Страна.

— Прекрасно, — констатировала ЭВМ. И давала другое задание: Выберите число из следующего перечня: 8 512 000, 864 000, 504700, 78 000 для ответа на вопрос «Какова площадь Бразилии?».

Если «Ученик» ошибался, компьютер сообщал действительную площадь Бразилии. Точно так же шел экзамен и по другим странам. Электронный «Учитель» не только задавал вопросы и решал, верны ответы или нет. Он и сам отвечал на вопросы «Ученика». Например, мог дать сведения о площади Перу, численности населения этой страны, о ее государственном языке (а вот на вопрос: «Какая рели-

*В наши дни роль ЭВМ в учебном процессе постоянно возрастает, увеличивается число обучающих систем, расширяются их возможности.*





гия в Перу основная?» — отреагировал так: «Боюсь, что не смогу ответить на это»).

В наши дни создано несколько систем, в которых роль учителя выполняет ЭВМ, а учениками являются живые люди. В будущем, по мысли кибернетиков, машина может стать настоящим партнером учащегося, а не просто удобным учебником или механическим экзаменатором. Ошибочные ответы позволяют электронному учителю узнать, какие пробелы и неправильные представления имеет его ученик-человек.

Приведем образец не совсем обычного диалога между человеком и компьютером. Собеседников зовут «Врач» и «Пациент». Попробуйте сами определить, кто из них врач-психиатр, а кто его пациент.

ВРАЧ. Как вы себя чувствуете сегодня?

ПАЦИЕНТ. О'кей!

ВРАЧ. Как вас зовут?

ПАЦИЕНТ. Фрэнк Смит.

ВРАЧ. Сколько вам лет?

ПАЦИЕНТ. Двадцать восемь.

ВРАЧ. Вы женаты?

ПАЦИЕНТ. Нет.

*Электронная система, работающая в режиме диалога, обслуживает агентство «Аэрофлот».*







*Сегодня диалог человека и машины — привычное явление. Однако он существенно отличается от обычного диалога между людьми.*

**ВРАЧ.** Какую работу вы выполняете?

**ПАЦИЕНТ.** Я работаю на почте.

**ВРАЧ.** Почему вы находитесь в больнице?

**ПАЦИЕНТ.** Я не должен здесь находиться.

**ВРАЧ.** Кто же вас сюда поместил?

**ПАЦИЕНТ.** Полиция.

**ВРАЧ.** У вас какие-то неприятности с полицией?

**ПАЦИЕНТ.** Они не делают того, что им положено.

**ВРАЧ.** Чем же они заняты?

**ПАЦИЕНТ.** Они арестовывают не тех, кого надо.

**ВРАЧ.** Иногда они арестовывают кого надо.

**ПАЦИЕНТ.** Этих итальянских мошенников надо призвать к закону.

**ВРАЧ.** Вы итальянец?

**ПАЦИЕНТ.** По происхождению я англичанин, но родился в этой стране.

**ВРАЧ.** Вы знакомы с итальянскими мошенниками?

**ПАЦИЕНТ.** Я пытаюсь избегать подпольного мира.



**ВРАЧ.** Вы напуганы подпольным миром?

**ПАЦИЕНТ.** Мафия — это худшие гангстеры.

**ВРАЧ.** Вы связаны с мафией?

**ПАЦИЕНТ.** Они знакомы со мной, понятно?

**ВРАЧ.** Каким образом они познакомились с вами?

**ПАЦИЕНТ.** Они шпионят за мной.

**ВРАЧ.** Почему?

**ПАЦИЕНТ.** Они хотят сфабриковать против меня ложные улики.

**ВРАЧ.** Что они имеют против вас?

**ПАЦИЕНТ.** Они хотят со мной разделиться.

**ВРАЧ.** За что?

**ПАЦИЕНТ.** У меня есть улики против мафии.

**ВРАЧ.** Вы уверены во всем этом?

**ПАЦИЕНТ.** Вы не верите мне?

Такая беседа вполне могла состояться в кабинете врача-психиатра. Хотя вовсе не обязательно заболеть психически, чтобы иметь «улики против мафии». Да и полиция в странах капитала порой и впрямь «арестовывает не тех, кого надо». Так что подобный разговор мог бы происходить не между врачом и пациентом, а между двумя нормальными людьми. Однако диалог, который мы привели выше, диалог интересный, с оттенками детектива, записан в лаборатории искусственного интеллекта Стенфордского университета. И вела его за «Пациента» электронная вычислительная машина, снабженная соответствующей программой. Программа подражала словесному поведению человека, страдающего манией преследования.

Каким же образом компьютер поддерживает разговор с человеком, если настоящего понимания, такого, как у людей, у современных вычислительных машин нет? Ни понимания человеческого языка во всей его

*Банки данных содержат самую разнообразную информацию, записанную на магнитные ленты или диски. Чтобы человек мог получить необходимые ему сведения, запас их в электронной памяти ЭВМ должен быть поистине огромен.*



полноте, сложности и порой противоречивости, ни понимания всего того неизмеримо сложного мира, в котором мы живем. В чем тут дело?

## СЦЕНАРИИ, БАНКИ ДАННЫХ, ФРЕЙМЫ

Вспомним программу «Элиза». Она создавала видимость понимания — вся хитрость была в перестановке слов и выражений. Специальная программа, введенная в ЭВМ, может создать и видимость вежливости: заставить машину говорить на «вы». Стоит немножко изменить ее — и компьютер начнет «тыкать» своему собеседнику. Все зависит от программы, или, как говорят кибернетики, сценария диалога.

Сочинить сценарий простого диалога немудрено. Скажем, для решения примеров из учебной арифметики. Правила действия известны, надо лишь придать им словесную упаковку.

— Компьютер, у меня к тебе вопрос. Понятно?

— У вас ко мне вопрос. Понятно!

— Сколько будет дважды два?

— Вы подразумеваете операцию умножения? Напечатайте «да» или «нет».

— Да.

— Сообщаю результат:

3,9999999999999999...

Такой шуточный диалог приводится в одной из книг по искусственному интеллекту. И там же справедливо сказано: «Если задачу можно решить на ЭВМ без диалога, то он архитектурное излишество; если задача вообще не поддается решению, то сокрытие этого факта диалоговыми финтифлюшками — прямое преступление. Диалог уместен там, где человек и машина порознь не справляются или работают медленно, а совместно, сложив усилия, скоро одолевают проблему».

Человеку интересно беседовать с машиной, если она дает ему нужные сведения. Для этого компьютеру надо не только знать слова и фразы, вежливо отвечая по сценарию на заданные вопросы. Главное — ЭВМ должна

иметь солидный запас сведений в своей электронной памяти — базу, или банк, данных.

«Историки будут рассматривать появление банков данных для ЭВМ и возможностей, связанных с ними, как шаг, изменивший природу эволюции общества и имеющий, возможно, большее значение, чем изобретение печатного станка», — пишет Дж. Мартин в монографии, посвященной организации баз данных в вычислительных системах. Быть может, он несколько и преувеличивает роль банков данных. И тем не менее очевидно, что без них общение человека и компьютера будет пустой болтовней, как с обманщицей «Элизой».

Создание банков данных — дело далеко не простое. Как ЭВМ вести поиск, чтобы дать ответ на вопрос человека? Перебирать все сведения подряд, пока среди них не будут найдены нужные? Вопрос, однако, может быть задан и не прямо. И здесь компьютеру придется решать сложную для его электронного мозга проблему, хотя она кажется очевидной для человека.

«Наполеон командовал французской армией, которая проиграла битву при Ватерлоо в 1815 году... Кто проиграл битву при Ватерлоо?»

Вы решите эту задачу мгновенно. А вот компьютеру надо сообщить, что Наполеон — это генерал, что генерал — это человек, что слово «кто» и слово «человек» значат одно и то же. И связать понятие «проиграл» с понятием «командовал». Только тогда, произведя логические операции, ЭВМ даст правильный ответ на вопрос, кто проиграл битву при Ватерлоо. «Наполеон проиграл».

И сценарий диалога, и банк данных не решат до конца проблему понимания компьютером обращенной к нему речи человека. Необходимо ввести эту речь в определенные рамки смысла, построить смысловую, или семантическую, сеть — фрейм.

В словарях английского языка слово «фрейм» переводится как сооружение, строение, остов, скелет, костяк, каркас, сруб, структура, система, фер-





*Рефераты, помогающие специалистам ориентироваться в стремительно растущем количестве публикаций о новейших достижениях науки, техники, производства, могут быть заложены в память ЭВМ.*

ма, кадр и так далее. Но ни в одном словаре не найти такого значения этого слова, которое придают ему кибернетики.

Мы говорили о системе «Поэт», где вопросы человека и ответы компьютера печатаются на обычном человеческом языке. Скажем, специалисту нужно знать, сколько каменного угля перевезли из города Шахты в город Белгород в 1980 году. Специалист садится за телетайп и печатает свой вопрос.

Как понимает его ЭВМ? В ее электронной памяти находится заранее запрограммированная схема. Человек спрашивает о перевозке — значит, в схеме возбуждается блок «перевезти», а вслед за тем начинают работать другие звенья схемы: «что?», «чем?», «сколько?», «откуда?», «куда?», «за какое время?».

На вопрос «что?» ответ уже есть — «каменный уголь». На вопрос «сколько?» ответа нет — его надо искать в банке данных компьютера. На вопрос «откуда?» ответ есть — «из города Шахты», так же как и на вопрос «куда?» — «в город Белгород». «За какое время?» Ответ на этот вопрос опять-таки имеется: «за 1980 год».

В итоге, найдя в банке данных нужные сведения, машина даст ответ: «За 1980 год из города Шахты в город Белгород перевезено столько-то

тонн угля». Точно так же, усложняя смысловые сети, можно обучить компьютер пониманию других вопросов, связанных с успеваемостью студентов, решением математических задач и так далее.

Возьмем, например, систему диалога «Диспут», созданную советскими учеными Л. И. Микуличем и А. Я. Червоненкисом. Если в вопросе, обращенном к ЭВМ, есть слово, машине неизвестное, она так и сообщает: «Значение слова не знаю». Человек может заменить это слово его синонимом либо пополнить словарь компьютера новым словом, введя его в банк данных.

Такое обогащение словаря идет почти во всех системах, предназначенных для диалога человека и ЭВМ. Стивен Коулз, создатель диалоговой системы, с помощью которой машина обучает студентов физике, рассказывает, что всякий раз, когда кто-нибудь из новичков садился за телетайп и начинал диалог с компьютером, он печатал выражения и слова, машине неизвестные. Коулзу приходилось тратить по нескольку часов, чтобы ввести эти новые фразы и слова в банк данных. А затем очередной новичок, ведя диалог с машиной, употреблял другие фразы и слова, ЭВМ незнакомые.

— Это напоминало попытку вычерпать океан, — говорит Коулз. — Приходилось все время добавлять выражения, потому что люди все время печатают такие фразы, которые вы не смогли предусмотреть и совсем не предвидели, начиная работу. И даже не представляется, чтобы этот процесс имел конец.

В системах, позволяющих вести диалог человека и компьютера, построенные фреймы для сотни-другой слов и фраз. В обычной речи мы пользуемся многими тысячами слов. Число же предложений достигает фантастически больших величин. Учесть их все, ввести в банк данных практически невозможно. Вот почему во многих диалоговых системах компьютер, встретив незнакомое слово или выражение, просит человека сформули-

ровать свой вопрос по-другому или же задает наводящий, уточняющий смысл контрвопрос.

Кибернетики в союзе с языковедами создают системы диалога, в которых одним собеседником является человек, задающий вопросы, а вторым — компьютер, который читает и переводит текст той или иной статьи по науке и технике.

## АВТОМАТЫ И РЕФЕРАТЫ

Ежегодно в мире выходит свыше 3 миллионов статей и печатается около 60 миллионов страниц научно-технической литературы. Ни один специалист не в силах прочитать даже ничтожной части из этого безбрежного моря печатной продукции. На помощь приходят аннотации и рефе-

*Так художник проиллюстрировал машинную аннотацию сказки Андерсена «Соловей».*



раты. Аннотация сообщает: есть документ или статья на такую-то тему. Реферат кратко говорит о содержании публикации.

Еще на заре кибернетики предпринимались попытки делать аннотации и писать рефераты с помощью ЭВМ. Сначала пробовали использовать феноменальную способность компьютеров к счету. Машина подсчитывала, как часто встречается в тексте то или иное ключевое слово. И затем печатала реферат — предложения, где было больше всего ключевых слов. Но когда сравнили рефераты одних и тех же текстов, сделанные машинами по разным программам, оказалось, что они сильно отличаются друг от друга. И еще сильнее отличаются от рефератов, написанных людьми, специалистами в данной области науки и техники.

Интересный способ составления аннотаций и рефератов предложила советская исследовательница И. П. Севбо. Фраза текста сначала упрощается. Затем внутри текста выявляются закономерности поворотов смысловых слов, их своеобразного нанизывания. Все это вполне может быть сделано компьютером. Вот, например, какую аннотацию дала машина на басню Льва Толстого «Собака, петух и лисица»:

«Собака, петух, лисица, у петуха голос, дворник».

Начало сказки Андерсена «Соловей» компьютер аннотировал так:

«Дворец китайского императора, фарфор, чудесные цветы, серебряные колокольчики, сад, дремучий лес, соловей, бедный рыбак».

Для машины эта аннотация вполне приемлема. Но вряд ли мы назвали бы ее хорошей, если бы автором являлся человек. Ведь мы не просто механически учитываем частоты слов и терминов или нанизываем их на ниточки предложений. Делая рефе-

рат, мы прежде всего понимаем текст, его смысл.

Быть может, ЭВМ будет реферировать тексты не в одиночку, а в сотрудничестве с человеком?

ТАНД — «Тезаурусно-диалоговое аннотирование научно-технического документа» — так называется система, созданная советскими учеными А. Н. Попеску и М. С. Хажинской. Вот образец диалога, который ведут человек-заказчик и компьютер, работающий по системе ТАНД:

ЗАКАЗЧИК. Прошу определить общую тему документа (машине дается текст на французском языке, хотя диалог с заказчиком ЭВМ ведет на его родном языке, русском).

МАШИНА. Документ относится к теме «Лакокрасочные материалы и их компоненты».

ЗАКАЗЧИК. Прошу дать машинный реферат документа.

МАШИНА. В нем рассмотрены следующие вопросы: рецептура лакокрасочного материала, кратко описаны промышленные лакокрасочные материалы (и далее идут несколько абзацев, посвященных этим материалам).

Заказчик может задавать вопросы, касающиеся отдельных положений документа. Машина дает ответы, раскрывающие содержание его более детально. Здесь мы видим, что проблема диалога человека с ЭВМ оказывается тесно связанной с проблемой перевода текстов с одного языка на другой.

Возможна ли машина-переводчик? Уже в начале пятидесятых годов нашего века газеты и журналы писали о том, что компьютер переводит тексты на английский с русского языка и с английского на русский. О машинах-переводчиках, которые начали серийно выпускать западные фирмы, время от времени сообщается в прессе... Но действительно ли удалось создать такие машины?



**МАШИННЫЙ  
ПЕРЕВОД:  
ВЧЕРА, СЕГОДНЯ,  
ЗАВТРА****КОМПЬЮТЕРНЫЙ СЛОВАРЬ**

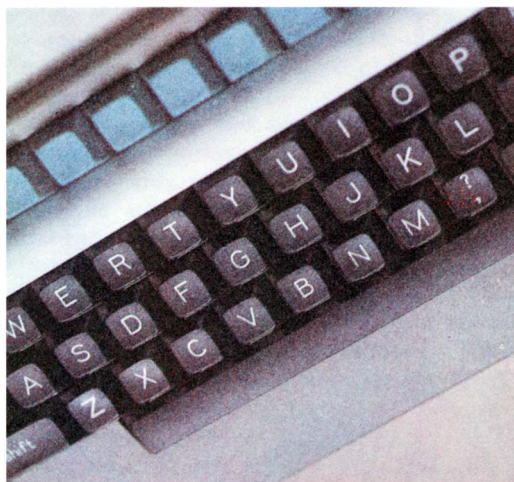
Миниатюрные ЭВМ получают все большее распространение. Наряду со школьными счетами на прилавках магазинов можно увидеть автоматические счеты — карманные калькуляторы. Пользоваться ими очень удобно: достал из кармана маленькую коробочку, набрал нужные числа и операции (разделить, сложить, возвести в квадрат и т. п.) — и через секунду на табло калькулятора высвечен искомый результат.

Мини-компьютеры могут быть не только чудо-счетчиками, но и словарями. Электроника наших дней позволяет превратить коробочку миниатюрного компьютера в хранилище

слов. Вместо чисел набирается нужное для перевода слово. Вместо результата вычислений на табло высвечивается значение этого слова.

В конце семидесятых годов нашего века появились карманные словари, подобные тем, что носят с собой туристы. Только словари эти не напечатаны на бумаге — это компьютеры, память которых содержит тысячу и более слов.

Посмотрим, что представляет собой такой словарь, выпущенный, например, во Франции. Он весит триста граммов. Память мини-компьютера вмещает семь тысяч слов, максимальный размер слова — шестнадцать



букв. Нажатием клавишей-букв человек набирает французское слово, и оно появляется в контрольном окошечке, как числа в мини-компьютерах, о которых мы говорили выше. Затем, после нажатия специальной кнопки, на экране загорается английское слово с тем же значением.

Этот электронный словарь, в отличие от обычных двуязычных словарей (французско-английского, немецко-русского и тому подобных), универсален. Нужно только иметь подходящие кассеты. Создатели компьютера-словаря выпустили кассеты с французско-немецким, французско-испанским, французско-японским переводами. Захотел француз что-то сказать не англичанину, а немцу — вынул кассету, с помощью которой давался перевод французского слова на английский, и взамен вставил кассету для французско-немецкого перевода. Затем он повторяет ту же операцию: на клавишах, будто на пишущей машинке, отстукивает нужное слово, нажимает кнопку — и табло высвечивает немецкий перевод этого слова.

Объем словаря в таких устройствах невелик. Но ведь, собираясь посетить чужую страну и не зная ее языка, человек берет с собой не многотомный словарь, а лишь маленький разговорник. «Как проехать туда-то и туда-то?», «Извините, я иностранец», «Сколько это стоит?» — фразы, подобные этим, содержат обычные туристические словарики.

Такого рода словариком, только автоматическим, и является электронный переводчик.

Концерны электронной промышленности США, Франции, ФРГ, Японии ведут в наши дни настоящие гонки, чтобы овладеть рынками сбыта нового товара, ведь он обещает большой спрос у миллионной армии туристов. В недалеком будущем появятся такие электронные переводчики и в СССР:



*Электронный словарь-переводчик помогает людям из разных стран быстрее найти общий язык друг с другом.*





*Год от года растет у туристов популярность миниатюрных компьютеров, позволяющих преодолевать языковые барьеры.*

сейчас над ними работают белорусские языковеды и программисты-электронщики.

Японская фирма «Шарп» начала выпускать словари, в которых перевод слов и фраз не высвечивается на табло, а произносится вслух. В небольшом компьютере вводятся слова и предложения на английском языке. Машина человеческим голосом дает их перевод на японский.

Никакого чуда здесь нет. Мини-компьютер воспроизводит только те слова и фразы, что заложены в его память. Емче память — больше слов записано в ней. Соедините словарь с магнитофоном, также миниатюрным, — и компьютер заговорит. Такое говорение не имеет ничего общего с человеческим, хотя машина произносит вслух осмысленные слова и фразы. Пользуясь электронным словарем, перевод совершает сам человек.

А нельзя ли все же создать машинно-переводчика?

## МЕХАНИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОДЧИК

Еще в 1933 году мысль о машинно-переводчике высказал советский изобретатель П. П. Троянский. А затем начал воплощать ее в практику. Троянскому было выдано авторское свидетельство на изобретение «машины для подбора и печатания слов при переводе с одного языка на другой или на несколько одновременно».

Машина-словарь, а не машина-переводчик — вот как было бы правильно назвать изобретение Троянского. Автор его, однако, считал, что в принципе машине можно поручить весь процесс перевода. Она будет сама готовить текст, препарировать его. Потом переводить исходные слова на нужный язык. И наконец, совершать обратное препарирование. То есть переводить слова в нужном падеже, глагольной форме и так далее.

Как сделать это, Троянский не знал. Да и электронный мозг в ту пору еще не был создан, не появились еще



мощные вычислительные машины. Но вопрос об электронном переводчике уже привлек внимание ученых.

Во время второй мировой войны противники старались как можно сложнее зашифровать свои сообщения и разгадать шифры врага. Криптография, наука о тайнописи и ее расшифровке, превратилась в подлинную науку, когда на помощь ей пришла математика. Все необходимые расчеты поручались электронным вычислительным машинам.

4 марта 1947 года американский ученый Уоррен Уивер написал Норберту Винеру письмо, в котором говорилось:

«Мне хотелось бы задать вам один вопрос. Одной из серьезнейших проблем, стоящих перед ЮНЕСКО, проблемой, от которой зависят мир и созидание на нашей планете, является проблема перевода, так как она влияет на общение народов... Даже если не знать ничего из официальных источников относительно новых мощ-

*Ученые широко используют ЭВМ для изучения и расшифровки древних писем: таинственного диска из города Фест на Крите, иероглифики Египта, писем индейцев майя, кохау ронго-ронго острова Пасхи и ряда других документальных свидетельств былой жизни, дошедших до нас из глубины веков.*



ных механических методов, применяемых в криптографии, а лишь строить о них догадки и умозаключения — методов, которые, как мне кажется, успешно применяются даже тогда, когда неизвестно, какой язык зашифрован, — эти методы, естественно, заставляют задуматься над тем, нельзя ли рассматривать проблему перевода как проблему криптографии. Когда я смотрю на статью, написанную по-русски, я говорю: «Это написано по-английски, но закодировано неизвестными символами. Сейчас начну расшифровывать».

Думали ли вы когда-нибудь об этом? Как лингвист и специалист по вычислительным машинам считаете ли вы, что над этой проблемой следует подумать?»

Ответ Винера не заставил себя долго ждать. Норберт Винер, так горячо и убедительно говоривший о поистине неисчерпаемых возможностях электронного мозга, считал машинный перевод утопией. «Что касается проблемы механического перевода, — писал он Уиверу, — то, откровенно говоря, я боюсь, что границы слов в разных языках слишком расплывчаты, а эмоциональные и международные слова занимают слишком большое место в языке, чтобы какой-нибудь полумеханический способ был многообещающим. В настоящее время механизация языка представляется весьма преждевременной».

Не прошло, однако, и семи лет, как в Нью-Йорке, в конторе крупнейшей американской фирмы, производящей компьютеры — «Интернешнэл бизнес мэшинз», — была проведена первая публичная демонстрация перевода с языка на язык. 7 января 1954 года, впервые за всю историю человечества, перевод осуществлялся не человеком, а электронной машиной!

## НАДЕЖДЫ И РАЗОЧАРОВАНИЯ

Конечно, первому машинному переводу предшествовала напряженная работа лингвистов и программистов.

Электронная вычислительная машина ИБМ-701 перевела около 60 предложений с русского языка на английский. Словарный запас компьютера-переводчика был невелик, всего лишь 250 слов. И лишь шесть правил синтаксиса знала машина. Но это потребовало 25 000 команд для специальной программы с правилами перевода. Гораздо больше, чем для самой сложной программы для решения математических задач!

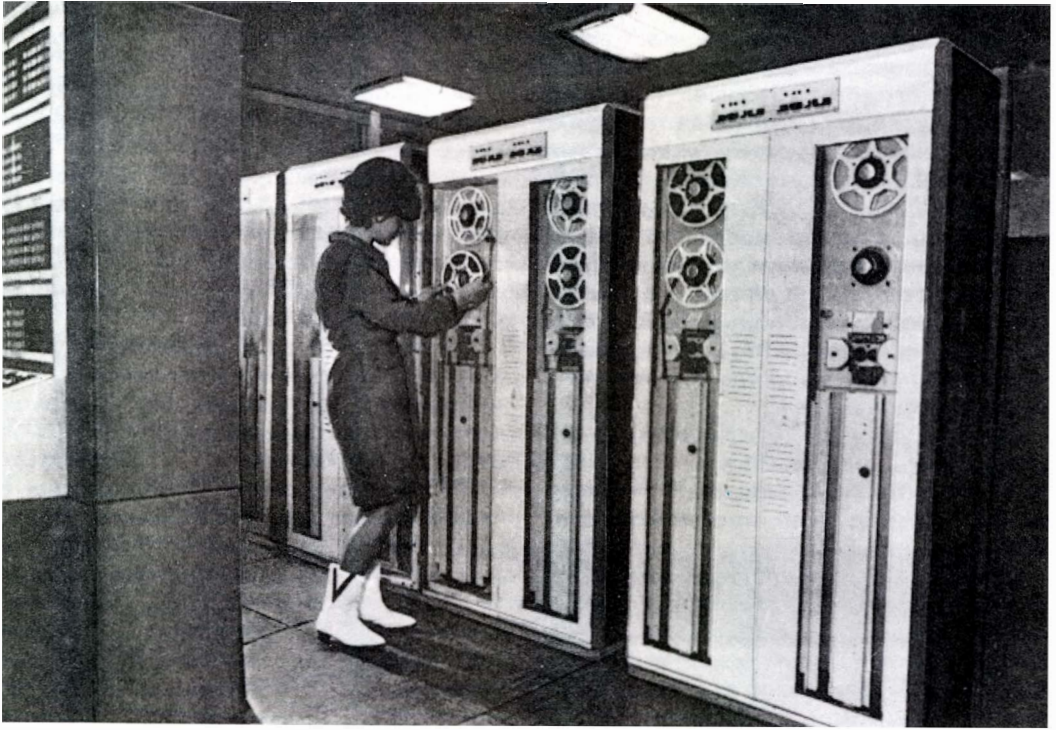
В конце 1955 года ЭВМ переводила уже не с русского на английский, а с английского на русский. Этот перевод делала отечественная машина БЭСМ-2. Словарь ее включал 952 английских и 1073 русских слова. Вслед за тем в нашей стране машина «Стрела» перевела текст с французского языка на русский. Программа перевода включала 8500 команд, словарь «Стрелы» состоял из 1236 французских оборотов, выражений, которые нельзя переводить слово в слово. Встретив такой оборот, «Стрела» делала перевод не слов, его составляющих, а всего выражения.

Советские и американские ученые показали, что ЭВМ может переводить с английского на русский, с русского на английский, с французского на русский. Правда, пока лишь математические тексты. Но быть может, вслед за чудо-математиком последует электронный чудо-переводчик?

Во многих странах — США и СССР, Англии и Японии, Франции и ФРГ — начали открываться лаборатории МП — машинного перевода. В них вели работу известные ученые: математики и логики, лингвисты и программисты, инженеры и кибернетики. Проходили год за годом, стремительно росло число публикаций по МП... и одна за другой лаборатории машинного перевода закрывались.

В 1966 году американцы публикуют «рапорт АЛПАК», составленный специальной комиссией по машинному переводу. Вспомните мнение Винера о возможности перевода с помощью машин. Первые опыты по МП, казалось бы, опровергли мнение отца кибернетики. Авторы же «рапорта





*БЭСМ — одна из первых отечественных электронных вычислительных машин.*

АЛПАК», изучив эти опыты, пришли к выводу, что в настоящее время машинный перевод неосуществим...

А как же переводы с английского на русский, с русского на английский, с французского на русский и множество других, что были сделаны компьютерами в течение 1954—1966 годов?

Это были интересные опыты, так сказать, лабораторные эксперименты. С маленькими текстами, с простыми правилами грамматики, с ограниченным словарем. Тем не менее машинная программа для перевода потребовала нескольких тысяч команд. А ведь правила грамматики сложны, в словарях не сотни, а сотни тысяч слов. И тексты, которые нужно переводить с помощью ЭВМ, состоят из многих миллионов страниц. Сколько же команд нужно компьютеру, чтобы он мог заменить человека-переводчика?

Но это только трудность техниче-

ская. Можно увеличить быстродействие машины, постоянно пополнять ее электронную память новыми словами, правилами грамматики, совершенствовать программу перевода... Станет ли после этого компьютер переводить так, как это делает человек?

Как переводит машина, какими правилами она руководствуется, мы знаем. А как переводит человек? Какими правилами руководствуется наш мозг? На этот вопрос у науки нет ответа. Ни у науки о языке — лингвистики, ни у науки о человеческом сознании — психологии.

В любой средней школе нашей страны изучают иностранные языки. Все мы учились или учимся переводить тексты с чужого языка на родной. Как мы это делаем? Ищем незнакомое слово в словаре, вспоминаем правила грамматики, согласуем эти правила с грамматикой родного языка. Но главное, стараемся понять текст на чужом языке. В переводе



смысла, значения суть нашей работы. У того, кто переводит слово в слово, как известно, получается сушная ерунда, как бы точно он каждое слово ни переводил.

Загляните в словарь английского, французского, немецкого, любого другого иностранного языка — и вы увидите, что чуть ли не каждое второе слово имеет несколько значений. Выбрать из них правильное можно лишь тогда, когда мы понимаем смысл текста, который переводим. Кроме того, в любом языке есть множество омонимов — слов, звучащих одинаково, но имеющих разное значение.

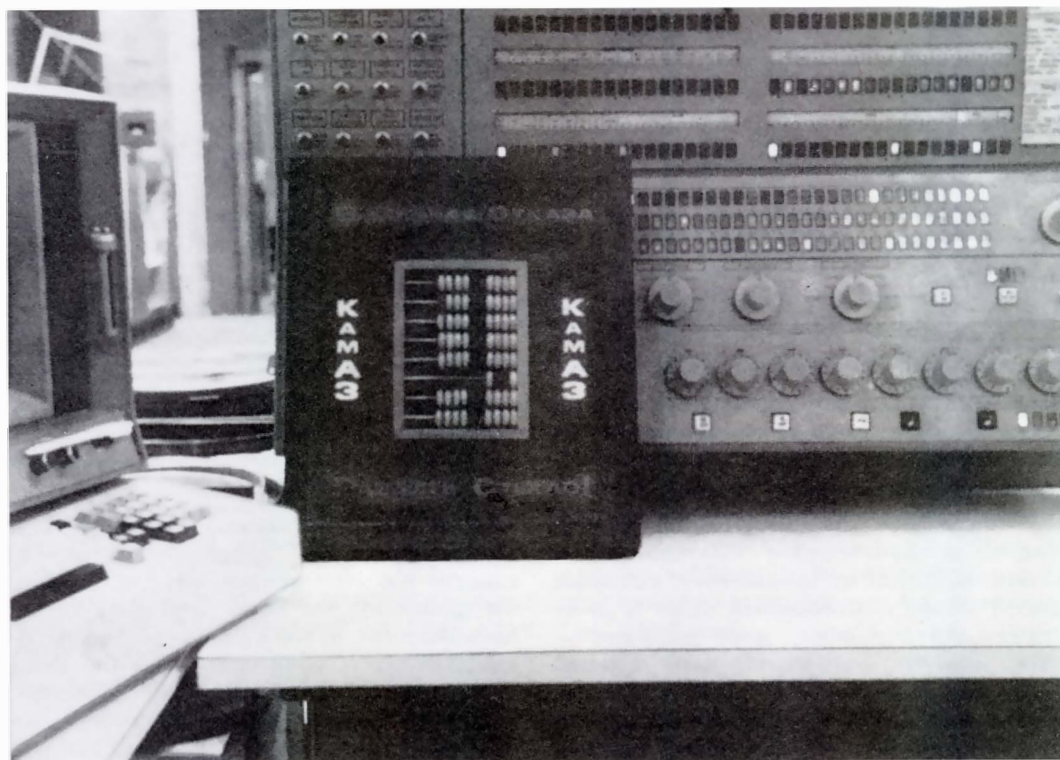
Словарь «Стрелы», переводивший с французского на русский, состоял, как мы уже говорили, из 1236 французских слов. Около двухсот из них были омонимами. Специальная программа проверяла, к какой части речи

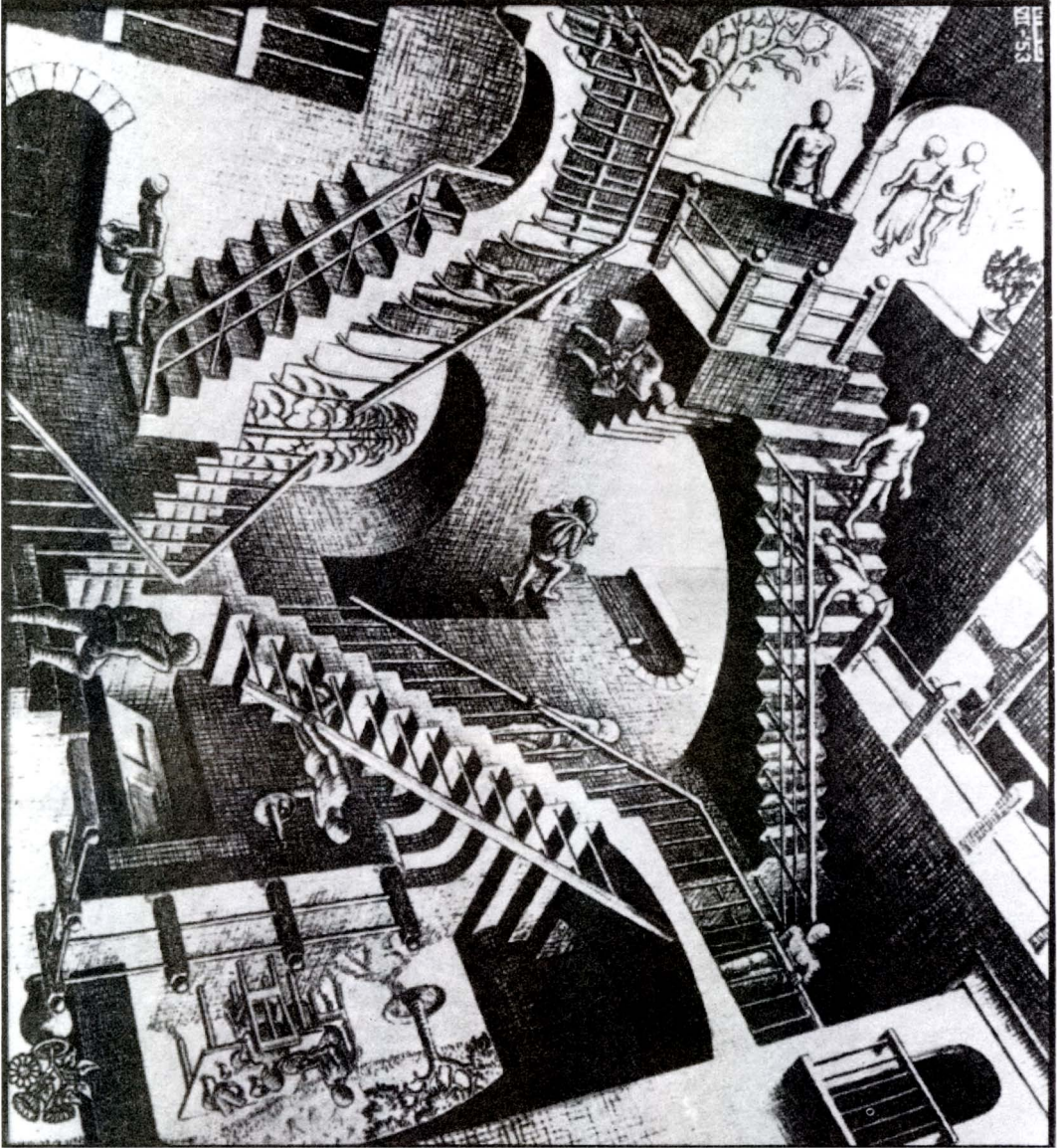
относится тот или иной омоним (части речи ЭВМ находила по порядку слов в предложении). Например, русское слово «мойка» может быть и существительным, и глаголом. В зависимости от части речи выбирался один из смыслов слова. Перевод его печатался машиной.

Но ведь большинство омонимов, как правило, относятся к одной и той же части речи. Достаточно назвать русские слова «коса», «лук», «заяц», «белок» и многие другие. Какое же значение надо выбрать при машинном переводе?

Программа «Стрелы» различать такие омонимы не могла, и машина печатала подряд все их значения. Точно так поступает и человек, когда он переводит текст, смысл которого не понимает. Поняв же, о чем идет речь, переводчик без труда решает эту проблему. Но компьютер-то текста

*В пятидесятые годы во всех высокоразвитых странах мира были начаты работы по машинному переводу. В качестве переводчика применялись электронные машины типа БЭСМ.*





*Найти выход в лабиринте омонимов для ЭВМ задача не менее сложная, чем человеку разобраться в лабиринте «Относительности» М. Эшера.*

не понимает! Он переводит механически, в буквальном смысле этого слова. И, подобно школьнику, который плохо знает иностранный язык и действует механически, дает неправильный или неточный перевод текста.

Значит, все дело в том, чтобы научить машину пониманию текста? Но чтобы сделать это, надо знать, как по-

нимает текст человек. А этого мы, к сожалению, не знаем. Что такое смысл? На этот вопрос не даст ответа ни философ, ни логик, ни математик, ни кибернетик, ни языковед, ни психолог. Не даст, хотя есть десятки, если не сотни, определений понятий «смысл» и «значение», хотя понятия эти. вот уже почти сто лет изучает



особая научная дисциплина — семантика.

Выходит, машинный перевод — дело бесперспективное? И надо ждать той далекой поры, когда наука четко определит, что же такое значение и понимание смысла? Энтузиасты МП так не считают.

## НОВЫЙ ЭТАП

Современный мир, по словам ученых, напоминает огромную переводческую машину, скорость работы которой все возрастает. Каждый день с печатных станков сходит около шестидесяти переведенных книг, открывается три или четыре международные встречи, выпускается на экран несколько дублированных фильмов, бесконечное число документов переводится с одних языков на другие.

Эту работу выполняет армия переводчиков: около полумиллиона человек! Нельзя ли им в помощь привлечь ЭВМ, не дожидаясь тех счастливых времен, когда тайна смысла, понимания человеческой речи будет раскрыта?

Борису Пастернаку, мастерски переводившему Шекспира, Гете и поэтов Грузии, Михаилу Лозинскому, сделавшему великолепный перевод «Божественной комедии» Данте, помощь компьютера вряд ли понадобилась бы. Не нужна она и современным мастерам, переводящим Акутагаву и Фолкнера, Аполлинера и Ли Бо и многих других поэтов и прозаиков Запада и Востока. Переводчику же, сидящему за патентом по химии полимеров или технологии краски, она как нельзя кстати. Ведь ему приходится не творить, а стандартно-однообразно переводить точные формулировки с одного языка на другой.

За все время существования рода человеческого и вплоть до 1967 года было запатентовано 10 миллионов изобретений. В последующее десятилетие число патентов увеличилось на 5 миллионов, то есть в полтора раза. Поток этот продолжает стреми-

тельно расти. Растет не только число патентов, но и число языков, на которых эти патенты публикуются.

Много лет японцы изучали патентную службу разных стран мира. А затем стали публиковать свои патенты не на английском, как это делали прежде, а на своем родном языке. Язык этот не прост и, главное, пользуется не буквенной, а иероглифической письменностью. Читать ее могут лишь немногие специалисты. Число же патентов, публикуемых японскими фирмами, достигает 100 тысяч в год. В результате весь мир оказался перед нелегкой проблемой: или посадить за изучение японских иероглифов сотни специалистов — инженеров, техников, ученых, — или постоянно гадать, не является ли новое открытие изобретением велосипеда — может быть, оно уже сделано и запатентовано японцами?

Кроме миллиона патентов, ежегодно публикуется 75 тысяч книг по науке и технике, 50 тысяч научно-технических журналов, сотни тысяч научно-технических отчетов: на английском и хинди, на японском и шведском, на чешском и арабском, на французском и китайском, а также на многих других языках. Тексты эти надо переводить. Только хватит ли переводчиков? Знания, полученные в вузе, позволяют инженеру или геологу читать публикации по специальности на иностранном языке. Однако лишь на том, который он изучал: английском или французском, немецком или испанском. Как быть с французскими текстами, если в вузе специалист изучал английский язык? Конечно, можно договориться с товарищами и коллегами. Один переводит с английского, другой с немецкого, третий с французского. Но где найти переводчика с японского или хинди, если эти языки изучают лишь языковеды, а выпускникам всех остальных вузов они не знакомы?

Запасаясь терпением и необходимыми пособиями, можно, наверное, самому выучить и японский, и арабский, и хинди. Если не в совершенстве, то так, чтобы читать литературу



по специальности. Но на это уйдут месяцы и годы. А работа не ждет, все время появляются новые публикации. Есть ли выход из этого положения?

Каждый год Всесоюзный центр переводов — ВЦП, имеющий несколько тысяч сотрудников, выполняет заказы на переводы научно-технической литературы. Все заказы ВЦП выполнить не в состоянии, слишком их много. На помощь переводчикам приходит ЭВМ.

Человек не может знать всех слов своего родного языка, не говоря уже об иностранном. Переводчику постоянно нужно заглядывать в словарь. Что, если этот словарь будет автоматическим? Для туриста вполне достаточно мини-компьютера, о котором шла речь в начале главы. Опытному же переводчику дается в помощь не мини-ЭВМ, а мощная вычислительная машина, хранящая в памяти десятки тысяч слов. Переводчику не нужно листать словарь, отыскивая незнакомое ему слово или оборот. Достаточно нажать кнопку, и на эк-

ране дисплея ЭВМ высветится значение или несколько значений этого слова. Скорость перевода при таком содружестве человека-переводчика и машинного словаря возрастает в полтора, а то и в два раза.

Как быть, если машина не знает значения заказанного переводчиком слова? Тогда память компьютера пополняется этим словом и в следующий раз запрос переводчика будет удовлетворен.

### ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОДСТРОЧНИК

Машина помогает человеку-переводчику в поиске слов... Может быть, переводчик вообще не нужен: ЭВМ выдает своеобразное сырье сразу же заказчику, специалисту — и тот, используя свои знания и понимание, выбирает из текста необходимые ему сведения?

В ВЦП под руководством доктора филологических наук Ю. Н. Марчука

*С ростом числа публикаций в мире увеличивается потребность в подготовке все новых квалифицированных переводчиков.*





*Переводчик может работать в два раза быстрее, если ему помогает мощная вычислительная машина, обладающая большим словарным запасом.*

создана программа англо-русского машинного перевода — АМПАР. С ее помощью ЭВМ переводит тексты по вычислительной технике и программированию. Сданы в эксплуатацию программы МП еще с двух наиболее распространенных языков науки и техники — немецкого и французского. Во Всесоюзной группе «Статистика речи», возглавляемой Р. Г. Пиотровским, ведутся работы по машинному переводу с европейских и восточных языков, например, патентов на японском языке.

Как же происходит машинный перевод в наши дни? Расскажем подробнее об одной из его программ — той, что создана в лаборатории инженерной лингвистики Ленинградского педагогического института имени А. И. Герцена.

«Пушкин может не беспокоиться» — так говорили энтузиасты машинного перевода еще в конце сороковых годов. Никто не собирался и не собирается переводить с помощью машин классиков мировой литературы. Ма-

шины должны помогать людям в делах практических, в том числе и в переводе научно-технической литературы. Литература же эта очень разнообразна... Стало быть, надо выбирать ту отрасль науки и техники, где спрос на перевод наиболее велик. Говоря деловым языком — искать заказчика.

Такой заказчик у лаборатории инженерной лингвистики есть. Это институт химии Казахской Академии наук. Ему нужны переводы с английского языка по химии полимеров... Тексты, которые заказчик высылает для перевода в Ленинград, переносят на перфоленту. Делается это с помощью перфоратора, похожего на обычную пишущую машинку. С перфоленты текст поступает в электронную память ЭВМ.

Языковеды дали около полусотни различных определений слова. Но все они не годны для того, чтобы машина нашла, где кончается одно слово и начинается другое. Поэтому она действует согласно простому, но чет-



кому правилу: буквы (или буква), отделенные с двух сторон пробелом, образуют слово.

В литературе, особенно в научно-технической, есть масса стандартных оборотов и выражений. Имеет смысл считать их отдельными словами и переводить одним стандартным выражением (в англо-русских словарях по какой-либо отрасли науки и техники, например по электронике, стандартные обороты занимают почти три четверти всего словаря!). Таким образом, поступая в машину, текст членится на слова или стандартные сочетания слов.

Какой частью речи является каждое слово текста? Одно у него значение или несколько? Подобного рода сведения обозначаются на языке ЭВМ специальным кодом — набором чисел.

С английским текстом покончено. Теперь дело за русским переводом. Каждое английское слово может иметь один или несколько переводов на русский язык. Раскройте большой Англо-русский словарь на слове «set» и вы увидите, что перечень его значений занимает две страницы убористого текста. Перед ним идет слово «sestet», имеющее одно значение — «секстет», а после него — слово «seta» с двумя значениями — «щетина» и «щетинка».

Нужное значение мы выбираем по смыслу. Машина, как известно, смысла текста не понимает. Но в данном случае она переводит не просто с английского, а текст специальный, по химии полимеров. В таких текстах множество значений слов как бы сужается, слова стремятся к тому, чтобы стать терминами, то есть точно и однозначно передавать смысл. Слово «граф» в текстах по математике означает научное понятие, а не титул. Слово «поле» в шахматной литературе имеет строго определенный смысл. А в словаре русского языка у него много значений.

Под руководством Л. Н. Беляевой в лаборатории инженерной лингвистики много лет идет работа по созданию МАРСа — Межотраслевого автоматического русского словаря. В сло-

варе этом хранятся не слова, а основы, неизменяемые части слов русского языка. Каждая из них имеет свой номер и свой код, где указано, к какой части речи она относится.

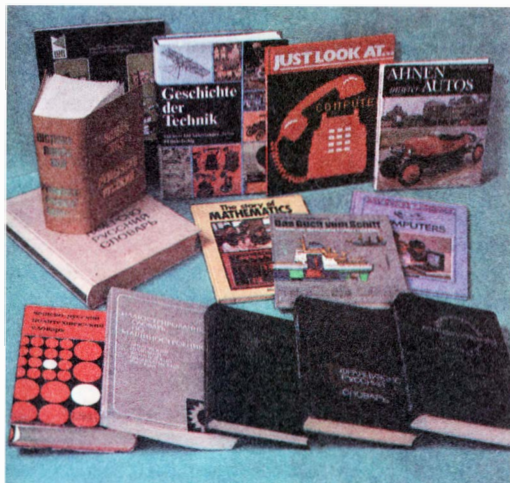
МАРС включает в первую очередь основы трех тысяч самых употребительных русских слов. Ведь о чем бы ни шла речь в специальном тексте, его автору не избежать союзов «а» или «и», местоимений, наречий, глаголов вроде «сделать», числительных вроде «один». «Второй эшелон» — словари по отдельным отраслям знания: по вычислительной технике (около десяти тысяч терминов и слов), по химии полимеров и т. д. Появился новый термин — им пополняется отраслевой словарь. Нужно переводить тексты из новой области — с помощью ЭВМ составляется словарь этой отрасли знаний.

Каждому слову автоматического словаря заданы правила его изменения — то, как по законам русского языка склоняются прилагательные и существительные, спрягаются глаголы. Правил этих оказалось много: 252 для существительных, 87 для прилагательных и 338 для глаголов. Но все-таки эти числа ни в какое сравнение не идут с числом слов в нашем языке. И каждая основа в МАРСе получает, помимо порядкового номера, еще и номер грамматический. Он указывает, по каким правилам надо слово изменять.

Деление слова на основу и окончание в МАРСе немного отличается от того, как мы это делаем в школе. В словах «чайка», «лайка», «сайка», «гайка» мы видим основы «чай», «лай», «сай», «гай» и общее окончание «ка». Для МАРСа же основами будут «ча», «ла», «са», «га». Почему? Да потому, что чайка и лайка — существа одушевленные, а сайка с гайкою — неодушевленные. И склоняться они будут по-разному. Мы будем хвалить сайки и гайки, но похвалим чаек и лаек — в первом случае меняются только окончания слов, во втором изменение затрагивает и основу.

С помощью МАРСа и происходит перевод текстов с английского языка





*С помощью ЭВМ составляют словари по различным областям науки и техники, справочники, словари языка писателей, переводят сотни тысяч страниц научно-технических публикаций и патентов.*

на русский. Каждое английское слово имеет свой номер. Ему отвечает определенный номер в МАРСе: среди общеупотребительных слов русского языка или среди десятка тысяч слов в «подязыке» химии полимеров. Английское слово имеет, кроме номера, свой грамматический код. Обратившись к МАРСу, машина не только переводит слово, но и ставит его в правильной грамматической форме, уже не английской, а русской.

В научно-техническом тексте многие значения слова отсекаются. Машина делает это опять-таки с помощью МАРСа. Скажем, переводится текст по вычислительной технике, в котором встретилось слово «table». По-русски оно может быть переведено как «стол», «пища», «общество за столом», «плитка», «таблица», «табель», «плоская поверхность», «плоскогорье», «планшайба», как прилагательное «столовый», как глагол «табулировать», как выражения «класть на стол», «представлять отчет», «откладывать в долгий ящик».

В «подязыке» вычислительной техники МАРСа записано лишь два значения этого слова: «таблица» и «табулировать». Какое из них выбрать для перевода? Перед каждым существительным в английском языке стоит

артикл. Так что отличить его от глагола для машины весьма просто. Стоит перед словом артикл — оно будет переводиться как «таблица», не стоит — как «табулировать».

Вот так по словам и отдельным стандартным оборотам с помощью МАРСа машина уже переводит тексты по химии полимеров с английского языка. Так она в скором времени будет переводить и с языка японского. В принципе тексты могут быть из любой области науки и техники. Язык также может быть не английским или японским, а любым другим.

Скорость перевода с помощью МАРСа велика. Текст в тысячу слов — это около трех книжных страниц — переводится за 20—25 минут, что превышает скорость работы человека-переводчика. И это учитывая время ввода текста в машину и печатания русского перевода.

## ПРОБЛЕМА СМЫСЛА

Итак, специалисты начинают получать первые тексты, переведенные компьютером. Однако не следует думать, что через несколько лет профессия переводчика будет упразднена и с печатных устройств ЭВМ польется

широкий поток литературы по электронике и химии, математике и медицине, переведенной с английского, немецкого, французского, японского и других языков.

Любая отрасль науки и техники требует своего словаря — и слов, и оборотов. Отраслевые словари нуждаются в пополнении и поправках. Каждому слову надо дать серию индексов: к какой части речи оно относится, разделить его основу и окончание, обозначить, нет ли у него омонима, и т. д. Затем все эти сведения нужно ввести в электронную память компьютера. В среднем одно слово для машинного словаря специалист обрабатывает целый рабочий день. Слов же этих, как вы знаете, очень много, и во всякой специальной области есть свои слова, свои специальные термины.

Мы говорим, что огромную помощь современному МП оказывает статистика. Она позволяет ориентироваться в джунглях многозначного, сложного и порой противоречивого человеческого языка. Но не всегда. Переводя шахматную литературу, компьютер будет уверен, что значение слова «поле» в текстах по шахматам одно — «поле шахматной доски». И вдруг в тексте неожиданно встретится оборот «поле деятельности». Человек-переводчик сразу же поймет, что это «поле» вовсе не шахматное. А вот запрограммированная машина-переводчик — нет.

Составляя словарь для перевода математических текстов, мы не станем

включать в него названия игральных карт. Однако в работах математиков есть примеры, взятые из карточных игр: они иллюстрируют законы теории вероятностей и других разделов математики. Значит, нужно включать в словарь ЭВМ, скажем, названия тузов и валетов? В математических текстах нередки и примеры из игры в домино, в шахматы, шашки, кости... Неужели терминология этих игр также должна войти в МАРС или другой словарь, с помощью которого компьютеры переводят тексты?

А ведь в статьях и книгах по математике есть, помимо примеров из игр, и термины, включающие обычные слова, но с не совсем обычным их значением. Вот, скажем, перечень сложных задач, которые называются так: задача о разорении, задача о кратчайшем пути, задача об узких местах, задача о рюкзаке, задача о складе, задача с подвижными концами, задача о коммивояжерах, задача о семи мостах. Значит, в отраслевой словарь по математике надо включать и «склады», и «рюкзаки», и «мосты», и многие другие слова?

Или все же следует идти иным путем: научить машину переводить так, как переводит человек, то есть по смыслу? Любой текст с одного языка может быть переведен на другой. Нельзя ли найти всеобщий язык смысла, подобный тому языку мысли, о котором мечтали Декарт и Лейбниц? Язык, который стал бы основой для машинного перевода и вместе с тем фундаментом всех наук?

## ЯЗЫК-ПОСРЕДНИК



## С БАШНИ НА БАШНЮ

Мечта о едином языке жила в человечестве с давних пор. Вот как отразила ее легенда о Вавилонской башне, записанная в Библии.

Когда-то люди говорили на одном языке. Почувствовав свое единство и силу, они решили бросить вызов богу — начали строить башню, чтобы достичь неба. Бог, рассудив, что «у всех у них один язык», а посему «все, что они решат сделать, будет возможно для них», сошел с неба и смешал языки. Люди перестали понимать друг друга. Башня, называемая Вавилонской, рухнула.

Человек поднялся в небо без вавилонских башен. Но единого языка у

человечества нет и по сей день. Хотя проектов такого всеобщего языка хоть отбавляй. И не только проектов. За последнее столетие создано несколько сотен «всемирных языков». Одни из них, вроде языка «ао» (его придумал в двадцатых годах нашего века русский анархист Гордин), остались достоянием их авторов. Другие получили популярность. Например, десятки тысяч энтузиастов говорят и переписываются на языке эсперанто, созданном в 1887 году варшавским врачом Людвигом Заменгофом. Эсперанто прост, грамматика его не знает исключений, выучить ее можно за несколько часов.



Но все-таки большинство людей на Земле предпочитает учить трудный русский язык, пользующийся иероглификой японский и другие «живые» языки мира. Ведь вся основная литература написана на них. И говорят четыре миллиарда жителей планеты на «живых» языках, как бы ни были они сложны по сравнению с языками искусственными, вроде эсперанто.

Ни один гений не может выучить все языки мира. Никакой искусственный язык не заменит языки «живые»... Однако есть «умные машины». Быть может, именно они помогут создать единый язык, понятный и человеку и компьютеру? Мысль о таком всеобщем языке была высказана еще на заре машинного перевода.

Представьте людей, живущих в высоких закрытых башнях. Башни эти, однако, не отделены друг от друга, они имеют общее основание. Когда люди хотят говорить друг с другом, они кричат — каждый из собственной башни. Способ общения неудобный, да и не слишком-то надежный. Но когда человек спускается из своей башни, он оказывается на большой открытой площадке, общей для всех башен. Здесь он может легко заговаривать с теми, кто также спустился с высот своих башен. Правда, с этой площадки красивого вида не открывается. Зато общаться жители башен смогут надежно и удобно.

«Возможно, что переводить с китайского на арабский или с русского на португальский — это значит не идти прямым путем, а кричать с башни на башню, — писал пионер машинного перевода Уоррен Уивер. — Может быть, нужно спуститься от каждого языка до общей основы человеческого общения — до универсального, но пока еще не созданного языка — и затем вновь подняться тем путем, который удобен».

В самом деле, машинный язык-посредник гораздо выгодней, чем составление программ перевода для каждого языка. Допустим, нам нужно переводить с трех языков — английского, японского, немецкого. Мы составляем правила перевода — англо-

русский, японско-русский и немецко-русский алгоритмы. Но для того чтобы перевести с русского на английский, нужно составлять новые правила — алгоритм русско-английского перевода. А для перевода с японского на английский вновь потребуются алгоритм — японско-английский. Для четырех языков нужна дюжина алгоритмов, чтобы переводить с каждого и на каждый из этих языков. Пять языков — двадцать алгоритмов. Двадцать разных языков — уже 380 алгоритмов. На планете несколько тысяч различных языков — и число алгоритмов станет фантастически большим.

Не проще ли создать единый язык-посредник? Переводя с чужого языка, компьютер делал бы сначала перевод текста на свой язык-посредник, а затем на любой язык, который нам нужен. Нажмешь на входе машины кнопку «японский язык», а на выходе — кнопку «венгерский», и машина автоматически переведет текст с японского на венгерский язык.

Но возможен ли такой чудесный язык-посредник? Споры о машинном языке-посреднике, или сокращенно ЯП, не утихают и по сей день.

## КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ ЯП?

То, что сказано или написано на одном языке, доступно переводу на другой... Может, взять в качестве ЯП какой-либо из «живых» языков, например русский или английский? Затем составить правила перевода на этот язык всех остальных языков мира — и дело с концом?

Однако не так-то все просто. Каждый язык имеет не только свои строгие правила, но и исключения из этих правил. В русском языке у слов мужского и женского рода множественное число имеет окончание «ы» или «и», а у слов среднего рода «а». Тем не менее есть и исключения: например, «дома», «стулья», «плечи», «глаза» и так далее. Если языком-посредником будет русский язык, эти исключения



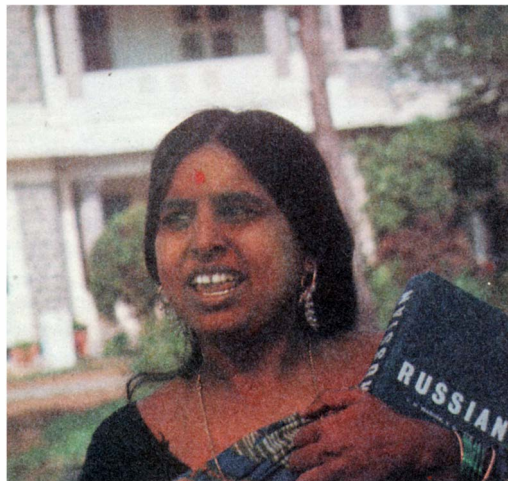
*Может быть, машинный язык-посредник сможет в какой-то степени служить нам тем общим языком, о котором говорится в легенде о Вавилонской башне?*

придется учитывать даже при переводе с португальского на вьетнамский. С тем же самым мы столкнемся, если в качестве ЯП возьмем любой другой «живой» язык. Мы невольно станем искажать все остальные языки мира, подгоняя их под язык-посредник. А кроме того, «живой» язык слишком сложен и многозначен для

того, чтобы стать языком для электронных машин-переводчиков.

Может быть, в качестве ЯП использовать один из так называемых международных языков, например эсперанто? Ведь правила его однозначны, исключений эсперанто не признает... Однако любой из международных языков, будь это эсперанто, волапюк,





интерлингва и другие, так или иначе подражает естественным языкам. В этом смысле международные языки не многим лучше языков обычных.

В том же эсперанто есть артикль. Ни в русском, ни в турецком артиклей нет. Если взять в качестве ЯП эсперанто, придется понапрасну тратить машинное время на поиски артиклей, не нужных ни русскому, ни турецкому языку, вписывать их в текст, а затем вычеркивать.

Большинство ученых полагают, что язык-посредник должен отличаться и от естественных, и от международных языков. Создавать его нужно по каким-то иным, особым принципам. Вот, например, какой ЯП предложил ленинградский лингвист доктор филологических наук Н. Д. Андреев.

ЯП, по его мнению, должен быть языком с определенным словарем и грамматикой. Фразы языка-посредника — это сочетания символов, которые передают понятия. Больше всего для такого ЯП подходит наша обычная цифровая система, где каждое выражение имеет свой, однозначный и точный смысл. Грамматика и словарь машинного ЯП должны быть созданы на базе грамматики и словарей различных «живых» языков. Это будет как бы усреднение всех реальных языков мира. И в ЯП войдут только самые типичные грамматические правила и слова, общие для большинства человеческих языков.

Но многие специалисты не согласны с таким усреднением. Они считают, что язык-посредник должен включать все категории всех языков, он должен быть настолько богат, чтобы на нем можно было выразить любую фразу любого языка.

«Если бы оказалось, например, что большинство языков не имеет такой категории, как будущее время глагола, — говорил известный советский математик В. А. Успенский, — Н. Д. Андреев отказался бы включить категорию будущего времени в свой язык-

*Как ни труден русский язык, все больше людей на Земле занимается его изучением.*



посредник. А по-моему, надо исходить из другого. Если хоть один язык имеет категорию будущего времени, это уже достаточное основание, чтобы включить его в язык-посредник. С другой стороны, такую категорию, как грамматический род, нецелесообразно вводить в язык-посредник, если даже она характерна для большинства языков».

Почему язык-посредник не должен включать категорию рода? Потому, что род неодушевленных существительных ничего не означает. Какая польза от того, если мы знаем, что «стол» по-русски мужского рода? Будь он среднего рода, перевод на любой язык остался бы тем же самым!

По мысли ряда ученых, язык-посредник должен быть системой соответствий между всеми языками мира. Например, слово «разряд» русского языка, «дэн» китайского, «и» японского, «class» английского, «Klasse» немецкого равнозначны по смыслу. Вот это-то смысловое соответствие и должно образовать одно слово языка-посредника. Соответствия других слов разнообразнейших языков мира будут давать новые слова ЯП. Каждому такому слову можно присвоить «этикетку», например номер или машинный код.

А как быть с морфологией, с соответствиями падежей, чисел, времен, наклонений, залогов? В русском языке имя существительное имеет род, число, падеж. В венгерском, турецком, китайском языках существительное не имеет рода. Во французском и китайском у существительного нет и падежей. Наконец, китайские существительные не имеют и чисел: слово в единственном и множественном числе звучит и пишется одинаково (на множественность предметов указывают другие слова, например числительные). Как же установить здесь соответствия?

Был предложен такой путь: в языке-посреднике не должно быть морфологии. А род, число, падеж существительных должны отображаться не в грамматике, а в словаре ЯП. Так, турецкое слово «даш», то есть «камень», в ЯП даст два слова: одно со значением «камень» и другое со значением «единственное число». Русское слово «камень» даст не два, а четыре слова ЯП: одно со значением «камень», другое со значением «мужской род», третье, как в турецком, со значением «единственное число», четвертое со значением «именительный падеж». А китайское «шитоу» (камень) даст в ЯП только одно слово

*Эсперанто — один из искусственных международных языков-посредников — дополняет, но не заменяет естественные языки.*



*Бюллетень XII Всемирного фестиваля молодежи и студентов выходил на шести языках.*





*Во дворце ассирийских царей в Ниневии была одна из древнейших в мире библиотек, где хранились «глиняные книги» на шумерском, аккадском, ассирио-вавилонском языках.*

со значением «камень» — ведь в китайском средствами грамматики не передается ни род, ни число, ни падеж.

Машинный язык строг и однозначен. В нем нет морфологии, есть лишь набор простых символов (это соответствует словарю) и набор правил, по которым эти символы соединяются в предложения (соответствует синтаксису обычного языка). Язык-посредник, построенный таким же образом, с одной стороны, имеет только то, что присуще всем языкам мира, то есть словарь и синтаксис. С другой стороны, он позволяет передать при переводе с любого языка все, что может быть на этом языке выражено.

Построить такой всеобщий язык-посредник удастся лишь тогда, когда мы сумеем изложить на языке чисел и точных терминов смысл слов. Это главная задача современной лингвистики и другой научной дисциплины, родившейся сравнительно недавно и

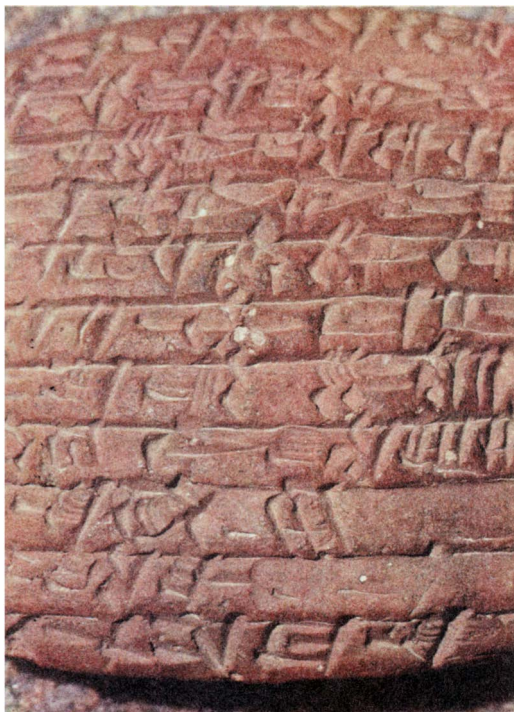
неразрывно связанной с языкознанием и кибернетикой, — информатики. Впрочем, корни информатики уходят в глубину времен.

## ИЯ — ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЯЗЫКИ

Археологи, раскапывая столицу царей Ассирии Ниневию, обнаружили целую библиотеку «глиняных книг» — текстов, написанных клинописными знаками на дощечках из глины. И каждый такой текст был занумерован, имел заглавие и номер таблички или собрания табличек, образующих «глиняную книгу». Поток публикаций после изобретения книгопечатания стал неудержимо расти. И перед хранителями книг, работниками библиотек, встал вопрос: как расклассифицировать книги по отраслям знания, как облегчить поиск нужной литературы по тому или иному предмету?

Еще в 1876 году американец Мелвил





*«Глиняные книги» Двуречья донесли до нас не только литературные, хозяйственные, юридические, дипломатические тексты, но и самые ранние в мире библиографические сводки и каталоги.*

Дьюи предложил классифицировать книги в зависимости от их тематики с помощью десятичных чисел. Каждое число обозначает тот или иной раздел знания. Внутри этих разделов есть свои деления — они будут обозначаться присоединением второй, а затем и третьей цифры. Например, естественные науки получают индекс 500, математика индекс 510, астрономия — 520, физика — 540, геология 550 и так далее.

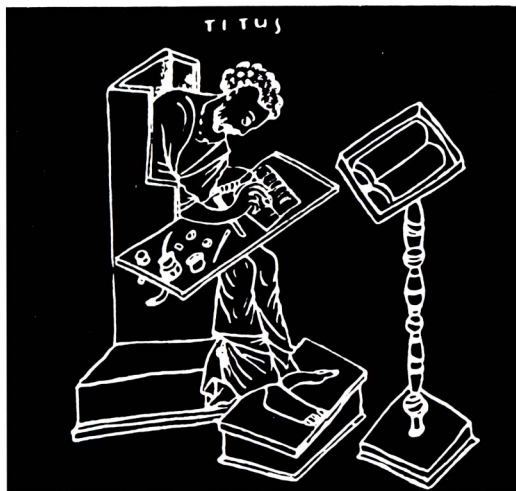
Закодировать числами можно не только отрасли знания, но и словари, журналы, альманахи и другие издания. Специальный индекс имеет и направленность книги или статьи — касается ли она истории вопроса или практического применения. Эти индексы-номера добавляются к трехзначным числам, обозначающим области знания. Если физика имеет индекс 530, то механика, ее раздел, получит индекс 531. Число 53103 обозначает словари по механике (03 в клас-

сификации Дьюи — индекс словарей), история механики получает индекс 53109 (код 09 — обозначение «истории вопроса»).

УДК — «Универсальная десятичная классификация» — так называется система, созданная в начале нашего века и ныне распространенная почти во всех странах мира. Принцип ее устройства сходен с системой Дьюи. Только УДК позволяет как угодно глубоко делить индексы: чем больше развита та или иная область знания, тем больше будет и глубина ее деления. Полный свод таблиц УДК составляет десяток томов по триста—пятьсот страниц в каждом. Все тексты, выходящие на многих языках мира, могут получить индекс по системе УДК. Тем самым она становится своеобразным языком-посредником, переводящим на язык чисел слова обычного языка.

Например, название статьи «Строительство из стали с экономической





*С ростом числа публикаций их систематизация превратилась в острейшую проблему.*

точки зрения» на УДК записывается в виде чисел 624.94.003.1. Первая цифра, шестерка, кодирует прикладные знания, медицину, технику. Вторая цифра, двойка, уточняет, что речь идет о технике и инженерном деле. Сочетание цифр 624.94 обозначает строительство, каркасные конструкции. Цифры 003.1 — это определители «экономической точки зрения».

Но несмотря на все свои удобства, система УДК ограничена. Хотя бы потому, что рубрики ее «одномерны», они отражают определенную область знания. В нашем же веке самые интересные открытия рождаются на стыке наук. Куда отнести инженерную лингвистику — к языкознанию или к технике? А ведь таких дисциплин очень много. Вот почему современные ученые создали множество специальных информационных языков, или ИЯ. Языки эти позволяют машине вести поиск информации в тексте, отыскивать нужные статьи и термины в банке данных и выдавать их заказчикам.

Число ИЯ очень велико — несколько тысяч. Каждый из них имеет свои особенности в зависимости от того, для какой отрасли он предназначен — для машиностроения или картографии, для поиска структурных формул химии или справок из священной книги мусульман — Корана. Расскажем лишь о некоторых таких языках.

В начале шестидесятых годов во Всесоюзном институте научной и технической информации — ВИНТИ — был разработан информационный язык, названный «Пусто — Непусто». Он предназначался для поиска рефератов по электротехнике. Все слова рефератов, кроме служебных, кодировались трехзначным числом. Например, фраза «данные о напряжении тока» на этом языке записывалась как 153.414.883, где первое число — 153 — обозначало «данные», второе число — 414 — «напряжение», третье — 883 — «ток».

Другой ИЯ, созданный в нашей стране, «Кристалл», сложнее. Текст записывается в виде слов и цифр. Причем слова ставятся в исходной

форме, а к ним приписывают цифры — указатели роли этих слов в предложении. «Кристалл» применяется для поиска сведений в области химии, медицины, легкой промышленности и во многих других областях. На этот язык переведено свыше ста тысяч различных документов, и они введены в электронную память компьютера.

Самый емкий информационный язык — «Бит» — создан в нашей стране в Институте кибернетики АН УССР. Это улучшенный вариант так называемого Кливлендского семантического кода.

## СМЫСЛОВЫЕ МНОЖИТЕЛИ

Чисел может быть бесконечно много. Но все они легко записываются с помощью десятка цифр. Для записи научной информации, видимо, также нужны свои «цифры» — элементарные основные «смыслы». Соединяя их, мы сумеем записать любое сложное понятие, подобно тому как с помощью цифр записывается любое большое число.

Задолго до рождения ЭВМ физики создали теорию размерностей, согласно которой любую физическую величину можно выразить с помощью немногих основных базисных величин. Например, в механике длина, масса и время — это своеобразные «цифры». Комбинируя их, мы получаем выражение новых величин, таких, как сила, скорость, плотность и многие другие. Вот если бы удалось и для всех остальных наук да и вообще нашего человеческого языка отыскать подобные «цифры»!

Первую попытку создать язык смысла сделали американские ученые из города Кливленд. Была выбрана одна узкая область — металлургия. Здесь, по аналогии с физикой, выделили основные, базисные понятия. Назвали их семантическими, то есть смысловыми, множителями. Ими стали понятия «прибор», «информация», «температура», «передача», «давление» и так далее. Это тот строительный мате-



риал, те «атомы смысла», из которых строятся другие, более сложные понятия. Например, слово «телефон» можно записать с помощью смысловых множителей так: «прибор», «передача», «электричество», «информация» (телефон и в самом деле прибор для передачи информации с помощью электричества!).

Каждое основное понятие, каждый семантический множитель — это сочетание трех согласных букв. После первой буквы оставлен пробел. Его заполняют определенной гласной, если нужно выразить какое-либо отношение между основными смысловыми множителями. Так, заглавная «А» обозначает «принадлежать» или «быть предметом»; заглавная «О» — «производить» и т. д.

Украинские кибернетики усовершенствовали Кливлендский семантический код, создав информационный язык «Бит». В нем применяются всего

лишь две латинские буквы — X и R. Смысловые множители обозначаются буквой X. К букве этой приписываются индексы вверху и внизу. Если вверху стоит ноль, это значит, что термин исходный, основной. Нижние трехзначные цифры показывают номер этого термина в списке. Например,  $X_{024}^0$  означает «изображение»,  $X_{112}^0$  — «серия».

Составные термины обозначаются той же буквой X, только вверху к ней приписывается не ноль, а какая-нибудь другая цифра. Так, термин «полупроводниковый триод» записывается в виде  $X_{302}^2$ , термин «увеличение мощности» —  $X_{167}^1$ . А буква R обозначает отношения между предметами и также может иметь верхние и нижние индексы.

В языке «Бит», по словам специалистов, используются три формы представления терминов: в виде формул (наиболее сжатая, компактная);

*Справа и слева от этой величественной лестницы располагаются залы каталогов Государственной библиотеки СССР имени В. И. Ленина — главного книгохранилища нашей страны.*







*Создание информационных языков позволяет заменить многоэтажные шкафы каталогов электронной вычислительной машиной и значительно упростить поиск необходимых материалов.*

в виде графиков (самая наглядная) и в виде таблиц (наиболее удобная для машинной обработки записи). Есть и особая программа, по которой ЭВМ может переводить текст с естественного языка на информационный язык «Бит».

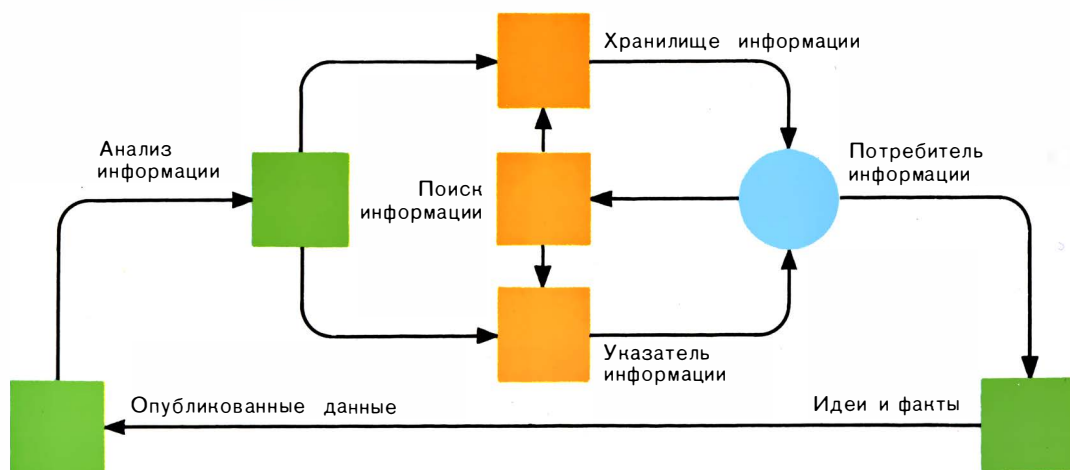
Язык «Бит» создан для текстов по радиоэлектронике. Эти тексты можно закодировать в виде цепочки букв X и R с различными индексами. И что весьма важно, «Бит» позволяет делать своеобразную свертку и развертку смысла. Например, понятие «вычислительная машина с запоминающим устройством на магнитном барабане» передается символом  $X_{1052}^4$ . Но его можно и развернуть в виде формулы  $X_{1052}^4 = R_{001} X_{507}^1 R_{025} X_{765}^3$ . Здесь первая буква обозначает понятие «быть элементом класса», вторая — «вычислительная машина», третья — «иметь в своем составе», четвертая — «запоминающее устройство на магнитном барабане». Последний термин также может быть развернут, разложен на более простые:  $X_{765}^3 = R_{001} X_{672}^2 R_{025} X_{477}^1$ . В этой формуле  $X_{672}^2$  означает «запоминающее устройство», а  $X_{477}^1$  — «магнитный барабан». Если нужно, такая развертка продолжается вплоть до «нулевых индексов», то есть элементарных терминов или смысловых множителей.

## В ПОИСКАХ «АТОМОВ СМЫСЛА»

Нельзя ли разложить на отдельные смысловые множители не только термины, но и слова нашего обычного языка? То есть создать язык-посредник, где отдельными «атомами» были бы простейшие единицы смысла?

Еще в середине прошлого века был составлен знаменитый «Тезаурус английских слов и фраз» («тезаурус» в переводе с греческого — «сокровищница», «кладовая»). Его автор П. М. Роджет сгруппировал слова родного языка по тематическим классам, или, попросту говоря, по темам. Классы (темы) в этом словаре делились на секции, а секции — на категории. Всего в словаре Роджета 6 классов, 24 секции и тысяча категорий. Например, класс «Пространство» включает секции: «Движение», «Измерения», «Форма», «Общее». Секция «Движение» разделяется на категории: «перемещение места», «покой», «путешествие по суше», «плавание» и так далее.

Кроме того, для удобства слова приводятся еще и в алфавитном порядке. И к каждому слову дается номер класса, секции и категории. Если слово имеет несколько значений, оно попадает в несколько групп. На-



Блок-схема информационно-поисковой системы, предназначенной для выполнения заказов с помощью ЭВМ.

пример, английское «flat» у Роджета входит в такие группы: № 172 — «инертность»; № 191 — «этаж»; № 207 — «низкий»; № 213 — «горизонтальный», № 228 — «окраска». Таким образом многозначное слово как бы расслаивается по различным категориям, его оттенки смысла разделяются.

Теперь представим себе, что тезаурусы созданы для многих языков, а не только для английского. В общие классы, секции, категории соединены по смыслу слова нескольких языков. У них один тематический номер. И такие номера становятся словами языка-посредника для машинного перевода. Перевод этот происходит не совсем обычно: не по словам или фразам, а по целым абзацам. Для каждого абзаца вначале строится «формула смысла» — смысл фраз, входящих в абзац, выражается номерами тезауруса. Затем для этой «формулы смысла» ищут соответствующие формулы того языка, на который надо перевести фразу.

На заре машинного перевода приводилось немало фраз, которые, по мнению скептиков, компьютер непременно переведет неправильно, ибо человек переводит по смыслу, а машина, как и положено машине, чисто механически. Однако с помощью

«формул смысла» английские ученые из Кембриджской лингвистической группы смогли обучить машину переводить и такие фразы.

Английские кибернетики пользовались тезаурусом Роджета. Но может быть, есть еще более мелкие «атомы смысла» — не слова, а отдельные кирпичики, из которых складывается смысл слов, фраз, абзацев? Поиском «атомов смысла» занимались в течение многих лет ученые из лаборатории машинного перевода в Московском институте иностранных языков имени Мориса Тореза.

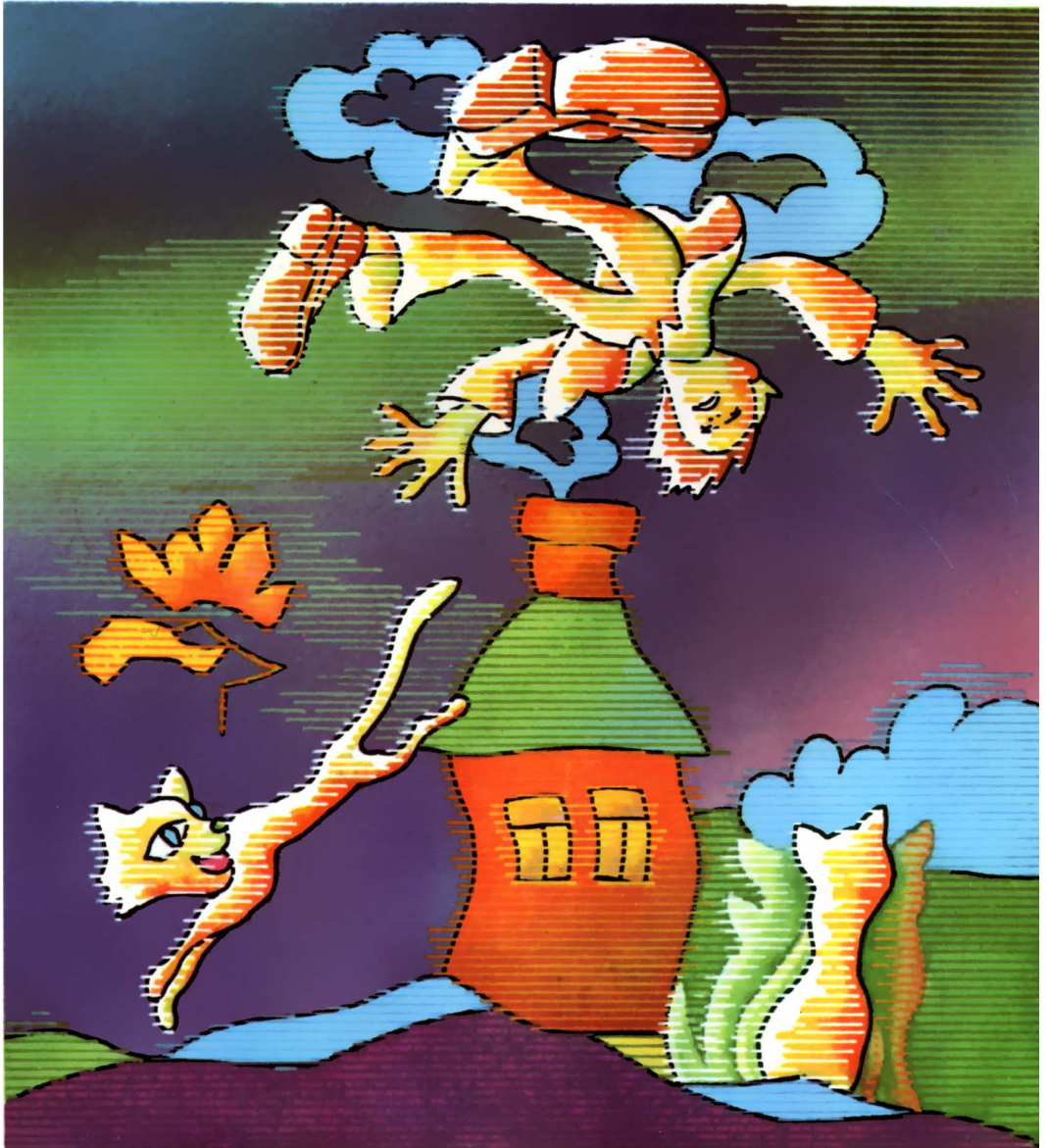
Как выявлялись «атомы смысла»? На первом этапе брали одинаковые по значению высказывания, выраженные разными словами. Например, «он недомогает», «он нездоров», «он чувствует себя нехорошо», «он плохо себя чувствует». А затем из этих фраз извлекались смысловые множители. Первый смысловой множитель — отрицание, взятый из слова «нехорошо». Второй — положительность (также из этого слова). Третий — ощущение (из слова «чувствовать»). Тогда значение слова «недомогать» выражало сочетание трех «атомов смысла»: отрицательность — положительность — ощущение.

Точно так же можно записывать смысл и других слов и фраз. На-

пример, термины родства хорошо укладываются в схему из трех элементов: пол, родственная связь и поколение. Слова и словосочетания «да», «согласен», «конечно», «верно», «совершенно верно», «истинно», «правильно», «ей-ей», «так», «как же», «именно», «вы совершенно правы» записыва-

ются одним и тем же смысловым множителем — «утверждение». Из подобных множителей могут состоять не только слова, но и целые фразы. Например, те, что мы приводили. «Он недомогает», «он плохо себя чувствует», «он нездоров», «он чувствует себя нехорошо».

*Разложение нашей речи на отдельные смысловые множители, своеобразные «формулы смысла», дало возможность научить компьютер переводить и такие, казалось бы, непередаваемые выражения, как оборот «вылетел в трубу».*





Но ведь смысл фраз и даже сочетаний двух слов не всегда является простой суммой смыслов составляющих их отдельных слов! Выражение «круглый отличник» вовсе не означает, что наш отличник в самом деле круглый. И «слепой дождь» совсем не слеп. Если в обычном словаре мы находим толкование смысла только одного слова, то здесь нужен словарь особый. Словарь, в котором объяснялся бы смысл сочетаний слов вроде «круглый отличник», «слепой дождь» и тому подобных.

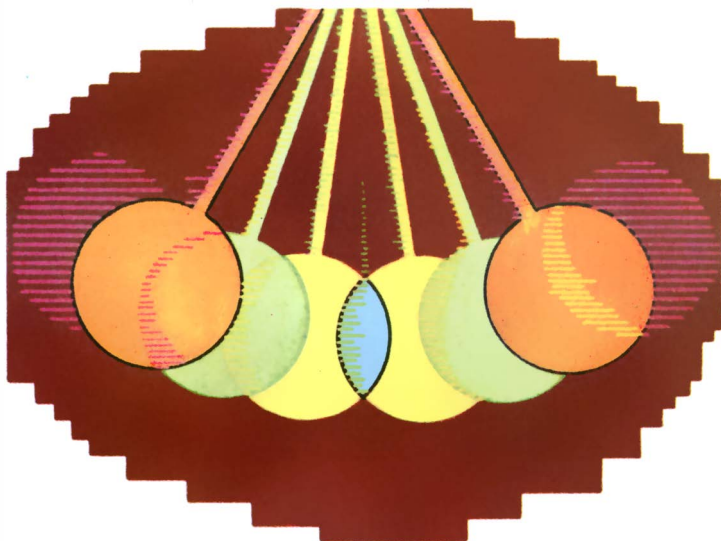
Слов в русском языке очень много — сотни тысяч. Сочетания этих слов дают астрономически большое число вариантов. И среди них есть миллионы таких, чей смысл не складывается из смысла слов, эти сочетания составляющих. Полный словарь сочетаний русских слов требует работы не одного года, даже не одного десятилетия.

А машинный перевод ждать десятки лет не может. Да и сумеем ли мы разложить по полочкам все оттенки смысла русского, английского и всех других языков? Даже в научной литературе большинство слов имеет не одно, а несколько значений. Возьмем, например, математику. Когда на доске пишутся формулы или числа, это язык,

понятный всем — и русскому, и англичанину, и японцу. Но в статье математик пользуется не только международным «кодом» чисел и формул (понятным и человеку и ЭВМ) — он пишет свою работу на русском, английском, японском или любом другом языке. И тут же начинаются сложности.

«Вторгаясь в новые для себя области, сами математические методы трансформируются: они становятся более гибкими, менее риторичными, более словесными, менее формальными, — пишет в журнале «Наука и жизнь» ученый и писатель И. Грекова. — Если прежде «хорошим тоном» в математической работе (даже прикладного направления) считалось сказать как можно меньше словами, как можно больше формулами и тщательно скрыть от читателя свои мысли, то теперь положение меняется. Сегодня математики не брезгают приближенными, ориентировочными, полукачественными рассуждениями».

Может быть, язык и математика объединятся? Наука о языке станет более четкой, а математика, в свою очередь, сумеет быть настолько гибкой, что найдет «формулы чуда» — человеческого языка?

ЧИСЛА  
И СМЫСЛЫ

## ЦАРИЦА НАУК, СЛУЖАНКА НАУК

Математику называют царицей и служанкой наук. Карл Маркс в беседе с Полем Лафаргом говорил, что наука только тогда достигает совершенства, когда ей удастся пользоваться математикой.

Числами и точными мерами в наши дни начинают пользоваться археология, экономика, психология, биология. Счет и число пришли в науку о языке, хотя здесь возникли трудности, не снившиеся физику, биологу или экономисту.

Как лучше расположить клавиши на пишущей машинке? Наиболее удобными, видимо, должны быть самые частые буквы. А самые редкие дол-

жны находиться по краям. Какие буквы — и сочетания букв — частые, а какие нет, может определить лишь математика. Точнее, элементарный подсчет частоты букв и сочетаний букв.

Ну а слова? Какие слова иностранного языка надо выучить наизусть, а какие — нет? Все редкие слова заучивать необязательно, в случае необходимости можно заглянуть в словарь и отыскать их. А самые частые слова надо помнить, иначе нам придется то и дело листать страницы тома, отыскивая значения слов, что постоянно встречается в тексте, написанном на чужом языке.

Как же провести границу между словами редкими и частыми, теми, значения которых удобно хранить в памяти, и теми, помнить которые не так уж и важно — на это есть словарь? Ответ может дать математика.

Числа помогают не только людям, изучающим иностранный язык, но и литературоведам, исследующим творчество писателя.

Богатство языка писателя — это в первую очередь богатство его словаря. В «Божественной комедии» Данте встречается около 6 000 различных слов, в произведениях великого английского поэта Мильтона — 15 000 слов. Крупнейший писатель-модернист Джеймс Джойс в романе «Улисс» употребил около 30 000 различных слов!

*Люди издавна почитают математику.*





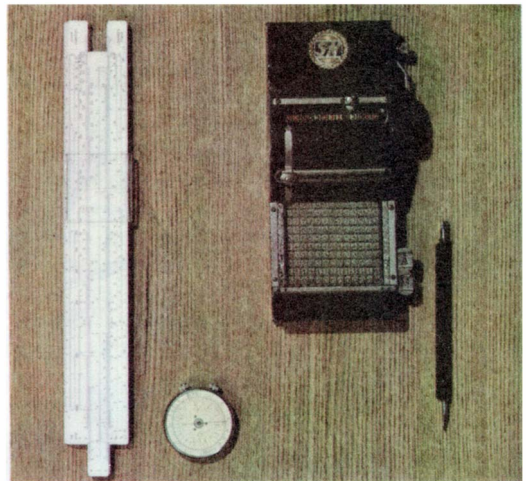
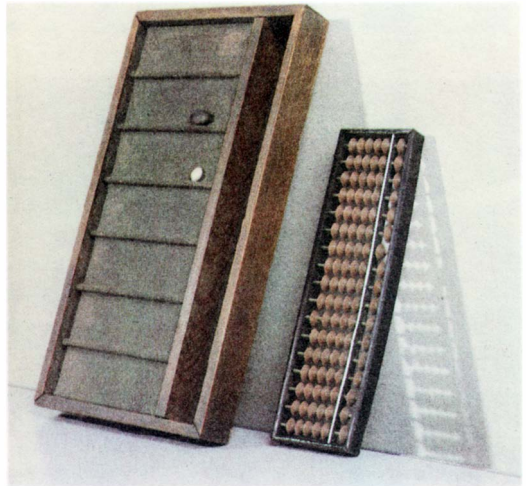
Словарей языка писателей в наши дни составлено немало. Если в них еще указать, сколько раз автор употребил то или иное слово, словарь языка писателя станет и частотным словарем.

Составить такой словарь вручную — дело долгое и трудоемкое. Надо выбрать все строчки, где употреблялось каждое слово, и указать его адрес — том, страницу, произведение. Затем подсчитать, сколько раз встречаются все слова в тексте. Распределить их по периодам творчества, по жанрам, по отдельным крупным произведениям. Двадцать лет работал целый коллектив научных сотрудников, чтобы по Полному собранию сочинений Пушкина составить частотный словарь языка гениального поэта. Просчитать требовалось около 600 тысяч слов. Свыше 21 тысячи слов в текстах были различны. Каждое было выписано на отдельную карточку, содержащую адрес слова.

А словарь языка Лермонтова потребовал всего лишь шестисот часов работы... электронной вычислительной машины. С помощью ЭВМ составлены частотные словари Шевченко, Есенина и других писателей и поэтов.

Зачем нужны такие словари? Прежде всего это прекрасные справочники для литературоведов и филологов. Да и для всех, кто любит творчество Пушкина, Есенина, Лермонтова, Шевченко. Частотные словари помогают определять авторство текстов, о которых идут споры.

Вот конкретный пример. Известно, что юношей Лермонтов написал несколько «юнкерских» поэм. Они не публиковались, но ходили по рукам в списках (так же, как «Горе от ума» Грибоедова, «Гавриилиада» Пушкина и многие другие произведения русских классиков). «Под Лермонтова» сочиняли подобные же поэмы и другие авторы... Как определить, какие из дошедших в списках поэм



*По мере развития математики совершенствовались и средства счета.*

принадлежат Лермонтову, а какие лишь приписываются ему?

Здесь помогает частотный словарь. Если в спорном тексте «лермонтовские» слова встречаются так же часто, как в произведениях, бесспорно написанных Лермонтовым, скорее всего, и этот текст написал он.

Подобных спорных текстов история мировой литературы знает много. Рубаи — четверостишия, написанные таджикским математиком и поэтом Омаром Хайямом, — известны любому культурному человеку. До нас дошло около пятисот четверостиший Хайяма. Но в самом ли деле автором всех их является Хайям? На этот вопрос пока

что нет ответа. Датский ученый А. Кристенсен полагал, что всего двенадцать рубаи следует признать подлинно хайямовскими. Другие востоковеды называют иные цифры: сто, двести, триста, четыреста... Видимо, лишь с помощью частотных словарей можно дать ответ на вопрос, какие же рубаи написал сам Хайям, а какие, в подражание ему, другие поэты.

Но, пожалуй, главная ценность частотных словарей языка писателей в том, что они рисуют верную картину языка своей эпохи. У каждого мастера литературы есть свой стиль, свои излюбленные слова и обороты. Частотный словарь одного автора отра-

*Если раньше составление частотных словарей языка писателей требовало чуть ли не десятилетний кропотливой работы, то теперь, с применением ЭВМ, это дело нескольких месяцев.*







*Частотные словари, словари языка писателей, словари рифм и и.м. подобные — прекрасное подспорье в работе литературоведов, филологов, людей других гуманитарных профессий.*

жает это. А словари многих авторов той или иной эпохи — скажем, поэтов пушкинской поры или русских прозаиков 80-х годов прошлого века — дают общую картину литературного языка этого времени.

Конечно же, без компьютера здесь не обойтись. Вспомните, сколько времени заняло составление словаря языка Пушкина, выполненное «вручную»!

Во Франции начат выпуск монументального словаря из 15 томов. Он охватывает почти шестьсот произведений авторов XVIII—XX веков. Семьдесят миллионов слов «просмотрел» и просчитал компьютер, с помощью которого составлен этот словарь! Цель его — проследить историю французского языка с XVIII века вплоть до наших дней.

Словарь этот — и исторический, и толковый, и частотный. В него вошло 70 тысяч различных слов. Каждому дается толкование, приводятся данные о том, сколько раз это слово встретилось во всех текстах, а затем — как часто употреблялось оно в том или ином столетии.

В конце прошлого века немецкий исследователь Кединг решил соста-

вить частотный словарь своего родного языка. Помогали ему в этом тысяча сотрудников, тем не менее работа растянулась на несколько лет, хотя программа была проще, чем у французских ученых, а тексты почти в семь раз меньше по объему.

Четверть века работали над частотным словарем английского языка американцы Торндайк и Лордж.

В наши дни частотные словари, как правило, составляются машинами. Первый машинный словарь такого типа был выпущен в 1953 году. Это был и первый в мире частотный словарь русского языка. В 1977 году вышел новый частотный словарь русского языка — том в синей обложке, объемом почти в тысячу страниц. Его авторы — сотрудники филологического факультета Ленинградского университета, специалисты из Лаборатории семиотики НИИ прикладной математики и кибернетики при Горьковском университете и... электронная вычислительная машина. С ее помощью подсчитали, как часто встречаются в текстах общим объемом в миллион слов русские слова — от союза «а» до прилагательного «ящичный».



## «СДЕЛАНО КОМПЬЮТЕРОМ»

Научная статья пишется не так, как статья для газеты. Мы разговариваем друг с другом не так, как говорят в книгах. И тем не менее понимаем и устную, и книжную речь. Значит, язык один, но есть разные стили, разные жанры. Самый простой пример: старшим мы скажем «вы», а младшему или равному — «ты». Слово «поздравляю» обычно для телеграмм. Но вряд ли его можно встретить в учебнике по высшей математике или физиологии.

Если взять для подсчета текст книги о дифференциальных уравнениях, то в нем буква «ф» и даже две буквы «ф» встретятся очень часто. И наоборот, в произведениях русской классической литературы не найти слов, где бы эти буквы удваивались. А в среднем статистика покажет, что буква «ф» встречается крайне редко (на тысячу букв русского текста примерно два раза). Каким же данным верить? Тем, что получены после подсчета слов и букв в математическом тексте? Или тем, что дали подсчеты текстов классической русской литературы?

Все дело здесь в характере текста. Если взять для подсчетов статью по ядерной физике и художественное произведение, мы непременно получим разные данные по всем «измерениям» языка, начиная с букв и кончая грамматическими конструкциями. Например, в научных текстах от трети до половины всех существительных и прилагательных стоят в родительном падеже. А в художественной прозе первенство принадлежит именительному падежу (более трети всех слов), в родительном же падеже менее 20 процентов слов. Это лишний раз говорит о том, что в языке существуют своеобразные подязыки, стили, жанры. И каждый из них имеет свои особенности, которые можно выразить на языке точных чисел. В первую очередь с помощью частотных словарей.

Тридцать лет назад в нашей стране образовалась исследовательская группа «Статистика речи». Она объединяет

ученых, работающих в самых разных уголках Советского Союза, от Минска до Магадана, от Кишинева до Алматы. Руководит группой ленинградский профессор Р. Г. Пиотровский. С помощью ЭВМ сотрудники «Статистики речи» составили около сотни частотных словарей разных подязыков. Это словарь геологии нефти, словарь автомобилестроения, словарь электроники, словарь терапии и многие другие, а также словари по языкам, на которых выходят публикации по этим темам: английском, французском, немецком.

Компьютеры — творцы и не совсем обычных обратных словарей. Слова даны в них как бы задом наперед. Не по заглавным буквам, а по окончанию. Обычные словари начинаются со слов на «а» и кончаются словами на «я». В обратных же словарях сначала идут слова, заканчивающиеся на «а», а заключают их слова с окончанием на «я» («а», «ба», «баба», «жаба», «раба»... «последняя», «передняя»).

Обратный словарь русского языка, составленный ЭВМ, включает 150 тысяч слов. Сто тысяч слов из него вошли в Грамматический словарь русского языка, составленный также с помощью компьютера.

Из толкового словаря можно узнать значение того или иного слова. Например, что такое «гранула» или «манул». Но как правильно склонять их? Как правильно спрягать русские глаголы? Ошибки делают даже люди, для которых русский язык — родной. Что же тут говорить об иностранцах! В Грамматическом словаре по каждому слову даны сведения, изменяется оно или нет. Если да, то как именно надо его склонять или спрягать. Это настоящий грамматический компас в безбрежном море русских слов.

Стоит немного изменить программу, и компьютер сумеет составить словарь рифм. В 1974—1975 годах в США выпущены словари рифм Пушкина, Батюшкова, Баратынского, сделанные с помощью компьютера. В нашей стране, также на ЭВМ, составлен словарь рифм Есенина. Словари рифм, как и словари языка писате-

ля,— прекрасное пособие для ученых, изучающих творчество русских литераторов. И дело теперь за словарями языка и рифм Маяковского, Блока, Некрасова, Пастернака и других поэтов. Словарями, которые будут сделаны ЭВМ.

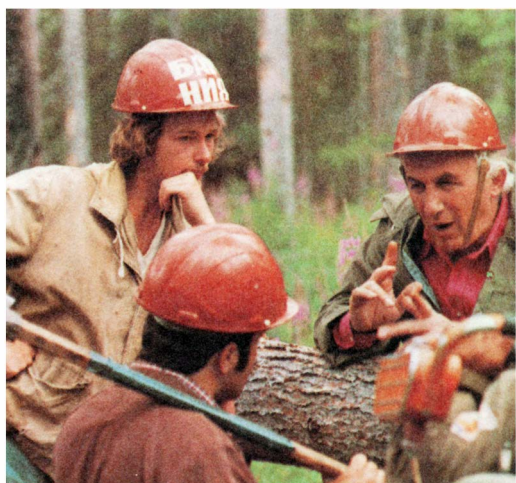
Применение компьютеров в составлении словарей в десятки, а то и в сотни раз ускорило работу ученых. «Сделано ЭВМ» — такую этикетку можно было бы наклеить на множество различных словарей, объемис-

тых и маленьких, частотных и обратных, словарей рифм и словарей языка писателя.

### ЭТИ НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА...

Компьютер может подсчитать, как часто встречается то или иное слово, расположить слова по алфавиту или в обратном порядке. Но ЭВМ не знает главного — значения этих слов. И когда ученые попытались отыскать чет-

*Каждый из нас по-своему строит свою речь, употребляет слова то в одном, то в другом их значении, и тем не менее мы отлично понимаем друг друга.*



кие границы между значениями слов языка, оказалось, что таких границ не существует, они смазаны, размыты.

Сутки состоят из утра, дня, вечера, ночи. Мы не говорим «час утра» или «три часа вечера». Но как правильно сказать: «два часа утра» или «два часа ночи»? «Пять часов дня» или «пять часов вечера»:

Где проходит граница между утром и днем, вечером и ночью, ночью и утром?

В Словаре русского языка С. И. Ожегова утро определяется как начало дня. Однако в разное время года день начинается в различные часы. Никто не скажет «шесть часов дня», «семь часов дня», «восемь часов дня», «девять часов дня». А вот фразу «десять часов дня» можно слышать наряду с фразой «десять часов утра». Так же, как и «четыре часа ночи» наряду с «четырьмя часами утра». Между ночью и утром, утром и днем, днем и вечером, вечером и ночью нельзя провести четкой границы. Утро — промежуток времени то ли между четырьмя и десятью часами, то ли между пятью и одиннадцатью часами, то ли между восходом солнца и полуднем.

Может быть, все дело тут в том, что слов у нас мало? И размыт, нечеток не язык, а явления, которые он пытается назвать?

Опыты психологов и лингвистов показали, что это не так.

Возьмем простое слово «дверь». Митрофанушка, если помните, считал дверь прилагательным, поскольку она «прилагается». А как определяют значение этого слова другие люди?

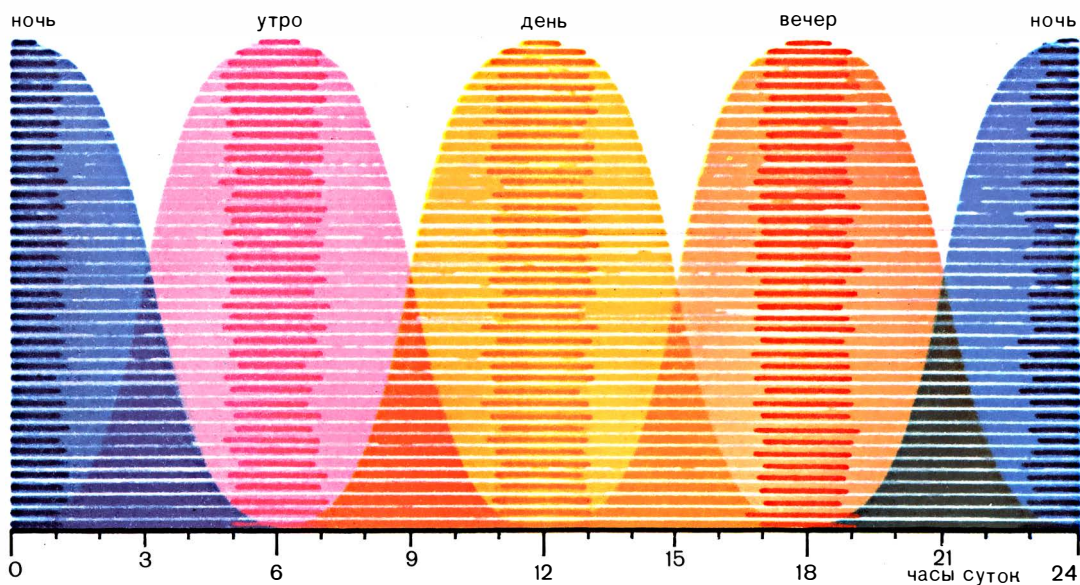
— Дверь... На нее табличку можно повесить, дерматином обить... Ручку красивую сделать... — ответил один человек.

— Ну, дверь... Это когда входить в квартиру... Она открывается... Еще запереть ее можно, чтобы не обокрали, — звучал ответ второго.

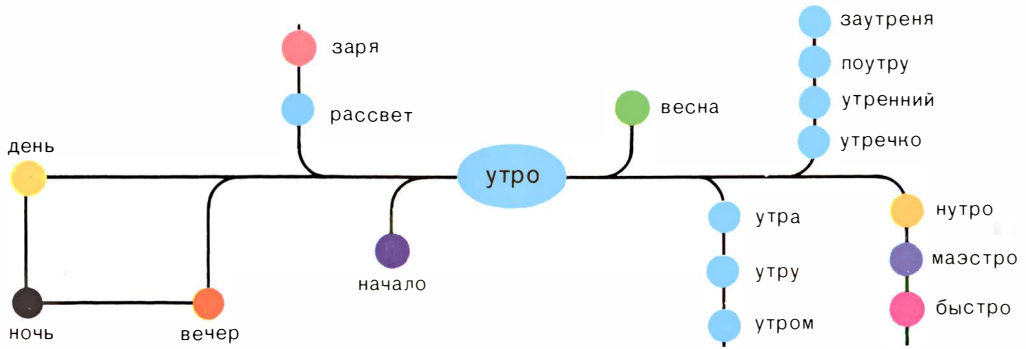
— Дверь, она деревянная. Хотя и не всегда — бывают и стеклянные двери, в гостиницах например. Она поворачивается, дверь. Хотя есть и раздвижные — в купе поезда, — были раздумья третьего.

Краткий словарь русского языка для иностранцев дает такое толкование двери: «Отверстие в стене для входа и выхода, а также то, чем закрывают это отверстие». Определение весьма расплывчатое. И не потому, что автор

*Значения слов, обозначающих части суток, являются хорошим примером нечетких множеств.*







Ассоциативные связи слова «утро».

словаря плохо знает русский язык: нечетко, расплывчато само слово «дверь».

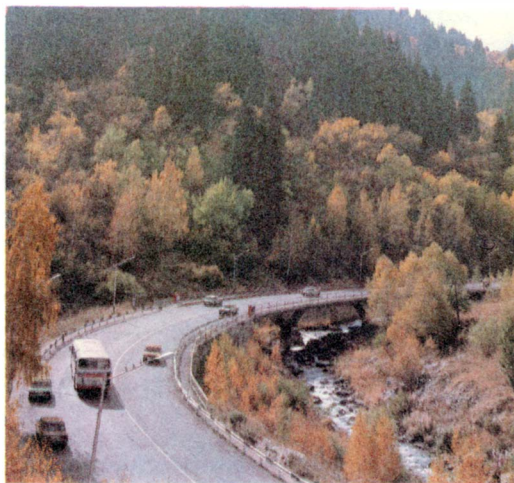
Значения слов не только расплывчаты. Они могут как бы ветвиться оттенками смысла. И ветвлению этому нет конца. Возьмем такие слова, как «путь» и «дорога». На первый взгляд смысл один и тот же. Но почему тогда в нашем языке есть выражение «путь-дорога»? И почему у Лермонтова мы читаем:

Выхожу один я на дорогу;  
Сквозь туман кремнистый путь блестит...

Первое значение, которое дает Академический словарь современного русского литературного языка существительным «путь» и «дорога», — «полоса, предназначенная для ходьбы, езды, плавания или полета». От исходного слова «путь» можно построить такую цепочку смыслов: путь, дорога, дорожка, тропка, тропинка, тропа и так далее. Но это — «полоса для ходьбы». От «полосы для езды» образуется иной смысловой ряд: путь-дорога, магистраль, трасса, автострада, тракт, большак, шлях...

*Между значениями слов языка, как и между предметами за этим мокрым от дождя оконным стеклом, нет четких границ.*





*Слова «путь» и «дорога» имеют много оттенков смысла.*

Второе значение «пути» и «дороги» по Академическому словарю — «место, пространство для прохода, проезда». Здесь опять-таки иная смысловая цепочка: путь, дорога, проход, ход («нет пути», «нет дороги», «нет прохода», «нет хода» и так далее). Третье значение — «маршрут» — даст цепочку: путь, направление, маршрут; четвертое — «поездка» — цепочку: путь, дорога, поездка, путешествие, вояж.

Наконец, пятое значение — «направление деятельности кого-либо, характер развития чего-либо» — породит

цепочку: путь, стезя, направление, курс, линия.

Где границы между смысловыми рядами?

Значение одного слова чуть-чуть отличается от значения стоящего рядом слова. Тем не менее каждый шаг уводит нас куда-то в сторону от основного смысла «пути» и «дороги».

Слова как бы цепляются своими оттенками смысла друг за друга и образуют бесконечные цепочки. Но и этого мало. Смысл многих слов задается еще и тем, кто эти слова употребляет.



Возьмем такой пример. В русском языке есть слова, обозначающие время (секунда, минута, час, сутки и т. д.). Казалось бы, значения этих слов определены четко и однозначно: в минуте шестьдесят секунд, в часе шестьдесят минут, в сутках двадцать четыре часа. Но когда человек говорит вам: «Одну секунду», это вовсе не значит, что речь идет именно об одной секунде. И «одна минуточка» для разных людей имеет самые различные значения.

У человека точного и пунктуального «одна минуточка» действительно равна шестидесяти секундам. У человека не столь педантичного «минуточка» может растянуться на многие минуты. А человек необязательный превратит свою «минуточку» в часы. И, зная людей, мы обязательно делаем своего рода поправку на личность и характер говорящего.

Более того. У одного и того же человека значение слов «одна минуточка» может зависеть от той или иной конкретной ситуации. Одно дело, когда мы говорим: «Подожди одну минуточку», собираясь в гости, другое — торопясь на поезд или в кино.

«В обычной речи не существует фразы, имеющей точно определенный смысл», — говорил профессор А. Тарский, один из основоположников семантики, науки, изучающей смысл. — Едва ли можно найти двух человек, которые употребляли бы слово в одинаковом значении». И даже в речи одного человека значение одного и того же слова меняется в различные периоды жизни. Сверх того, значение слов повседневного языка обычно очень сложно. Оно зависит не только от внешней формы слова, но и от обстоятельств, при которых было высказано, от внутреннего состояния говорящего и от многого другого.

Как же все-таки мы ухитряемся понимать друг друга? Вот это и есть главная загадка нашего чуда — повседневного языка.

Подсознательно, интуитивно мы учитываем не только личность говорящего и ситуацию, в которой происходит общение, но и нечеткость,

неоднозначность смысла отдельных слов и словосочетаний, восстанавливаем звучание и значение слов, произносимых скороговоркой, при наличии помех и т. п. Все это, конечно, не может быть сформулировано на языке компьютеров, требующем четкости и однозначности.

Возможно ли формализовать, алгоритмизировать все эти интуитивные «поправки», которые делает мозг говорящего и слушающего человека? Видимо, в принципе такая задача разрешима, только алгоритмы «поправок» неимоверно сложны и разнообразны. Но они, безусловно, есть, иначе общение между людьми было бы невозможным.

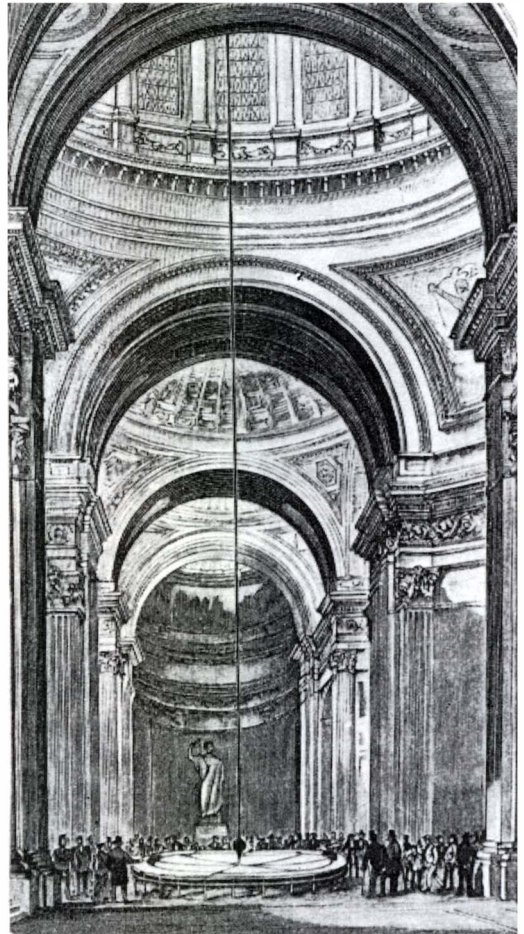
Наука наших дней пытается найти «формулы значений», которые должны стать основными «формулами чуда».

## ЯЗЫК И МАТЕМАТИКА

Языкознание и математика дружат давно. Но дружба эта была односторонней. Языковед, стараясь выразить правила грамматики, подсчитывал, как часто встречается то или иное слово в тексте, использовал несложные формулы математики. Но, как всем хорошо известно, нет правил без исключений. Так бывает в грамматике и не только в грамматике. А математике нужны точные и однозначные формулировки... Или, может быть, для языка должна быть создана новая математика, особый ее раздел, который имел бы дело с языком?

Когда физики XVII века начали изучать движение падающих и летящих тел, стало ясно, что математике их времени задача эта не под силу. В результате были созданы новые разделы математики. Такая же ситуация возникла и в наши дни. Изучение языка дало толчок к созданию двух новых разделов «царицы и служанки наук»: теории формальных грамматик и теории нечетких множеств. Последняя считается одной из наиболее перспективных областей математики. Она на-





*Когда-то рождением своих новых разделов математика была обязана физике, в частности изучению движения тел. В наше время математика пополняется новыми разделами благодаря развитию науки о языке.*

ходит применение не только в языкознании, но и в самых различных областях знания, вплоть до метеорологии с ее нечеткими прогнозами погоды.

Понятие «множество» введено в математику давно. Есть множество чисел и множество простых чисел (т. е. делимых лишь на единицу и самих себя), учеников такого-то класса и такой-то школы, книг в библиотеке и баранов в стаде. Можно пересчитать книги или баранов, перечислить все простые числа в первой сотне всех чисел или в первой тысяче. Число будет простым или нет, книга будет кни-

гой, а баран — бараном. Но можно ли так же четко разграничить значения слов?

В романе «Двенадцать стульев» один молодой человек называл стариками всех, кому более двадцати лет. Конечно, он преувеличивал. Однако ни один человек в мире не определит точно, где проходит граница между пожилым и стариком, юношей и молодым. Хотя очевидно, что человека в 60 лет никак не назовешь молодым, а в 20 — стариком. Автора этой книги, которому 49 лет, и по сей день называют порой «молодой человек». А для малыша «дядями» являются и

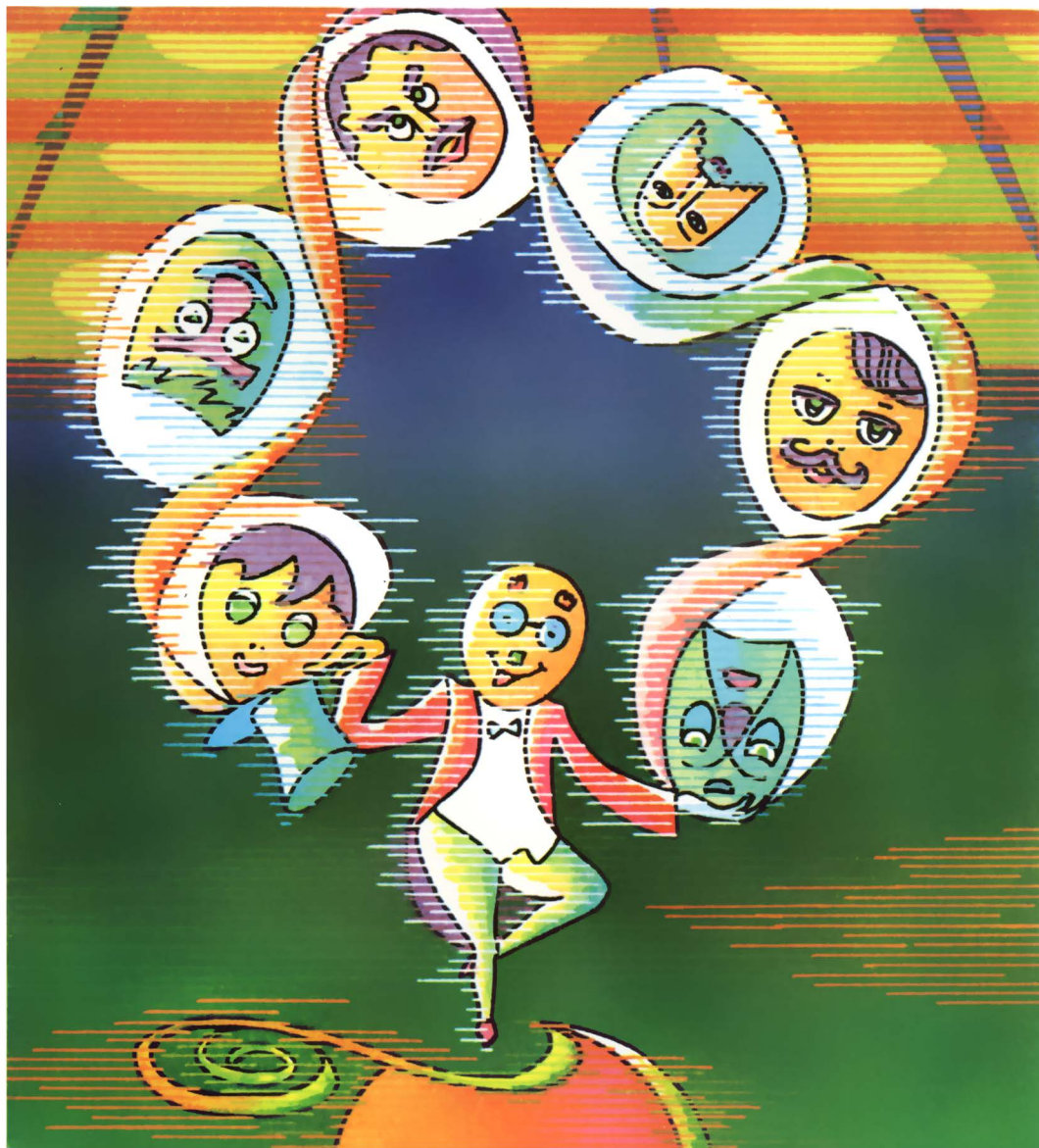
безусые юнцы, и люди зрелые, и старцы.

Закон строго и однозначно определяет: с такого-то возраста идет призыв в ряды Советской Армии, с такого-то возраста человек может отправиться на заслуженный отдых. Множества призывников или пенсионеров четки, мы без труда пересчитываем всех людей, подлежащих призыву в

армию или получивших пенсию. А как быть со значениями слов «молодой», «старый» и тому подобных?

Несмотря на свой собственный возраст, все люди согласятся с тем, что человека в возрасте 25 лет, безусловно, можно назвать молодым. С большой натяжкой мы назовем молодым человека в 50 лет или пятнадцатилетнего подростка (хотя Дик Сэнд, пят-

*Значения слов, обозначающих возраст, во многом зависят от возраста самого говорящего.*



надцатилетний капитан, герой романа Жюль Верна, никак не может быть назван подростком, за свои действия не отвечающим). Таким образом, у нас есть стопроцентный молодой человек возрастом в 25 лет и сомнительные, хотя порою и реальные, молодые люди в 50 и 15 лет. Вероятность того, что человека в 25 лет назовут молодым, равна ста процентам или единице. Вероятность того, что молодым назовут человека в 50 или 15 лет, мала, но не равна нулю. И между стопроцентным молодым человеком двадцатипятилетнего возраста и маловероятными молодыми людьми в 50 и 15 лет располагаются молодые люди, имеющие возраст в 20, 30, 40 лет.

Значит, молодыми людьми являются, безусловно, все люди, имеющие возраст 25 лет. Весьма вероятно, что ими будут двадцатилетние и тридцатилетние люди. Маловероятно, что молодым человеком назовут сорокалетнего. И очень маловероятно — пятнадцатилетнего или пятидесятилетнего.

Вероятности можно выразить на языке чисел. Наш стопроцентный молодой человек в возрасте 25 лет получит индекс 1,0. Один из десяти решит, что молодой — это человек в 50 или

15 лет. Вновь мы даем индекс в виде числа, только уже не стопроцентной единицы, а в виде 0,1. Двадцатилетний человек — молодой, однако не со стопроцентной уверенностью. Его индекс будет равен 0,9... Мы разлагаем значение слова «молодой» на составляющие, подобно тому как разлагается на спектр белый цвет. Только в спектре все оттенки равноправны. А в спектре смысла слова это не так. Каждый оттенок — возраст — имеет свою вероятность. Безусловные 25 лет, почти несомненные 20, маловероятные 50 и 15... Из этих компонентов образуется «формула смысла» слова. Формула, выраженная на языке математики («безусловно молодой», «почти наверняка молодой», «сомнительно молодой» и тому подобные формулировки получают выражение в виде чисел).

Но смыслы слов — это не только вероятности. Каждое слово существует не само по себе. Оно связано с другими словами. И все эти связи не в словарях, а в голове людей, которые говорят на том или ином языке. Чтобы понять «формулы смысла», мало методов математики. Нужна еще и психология, знание правил, по которым действует наш мозг.





**СОЮЗ  
ДВУХ  
ПОЛУШАРИЙ**



**В ДЖУНГЛЯХ АССОЦИАЦИЙ**

По дороге из Праги в Бироун был убит шофер такси. В убийстве подозревался некий Суханек. Однако никаких вещественных доказательств у следствия не было. Тогда криминалисты пригласили знаменитого психолога профессора Роусса. Он умел с помощью созданного им метода «проникнуть в глубины сознания» человека. Может быть, этот метод позволит разоблачить преступника?

— Я не буду вас допрашивать,— сказал профессор Суханеку.— Я только буду произносить слова, а вы должны в ответ говорить первое слово, которое придет вам в голову.

И началась «игра в слова», в вопросы и ответы.

- Стакан,— сказал профессор Роусс.
- Пиво,— ответил Суханек.
- Улица.
- Телеги,— последовал ответ.
- Домик,— сказал профессор.
- Поле,— ответил Суханек.
- Токарный станок.
- Латунь.
- Мамаша.
- Тетка.
- Собака.
- Конура.
- Солдат.
- Артиллерист.

Перекличка становилась все быстрее и быстрее.

— Дорога,—бросил Роусс в стремительном темпе.

— Шоссе,—последовал столь же быстрый ответ.

— Прага,—назвал столицу Чехии профессор.

— Бероун,—ответил Суханек, назвав один из городов к западу от Праги.

— Спрятать,—сказал Роусс.

— Зарыть,—отвечал Суханек.

— Чистка.

— Пятна.

— Тряпка.

— Мешок.

— Лопата.

— Сад.

— Яма.

— Забор.

— Труп! — воскликнул профессор Роусс.

Суханек не дал ответа.

— Труп! — настойчиво повторил профессор Роусс.—Вы зарыли труп под забором, не так ли?

— Я ничего такого не говорил! — закричал испуганный Суханек.

Но было поздно. Профессор Роусс смог «проникнуть в глубины сознания» преступника и дал точную картину убийства: Суханек убил шофера такси по дороге из Праги в Бероун, вытер кровь мешком и зарыл труп под забором у себя в саду. Действительно, труп убитого шофера был обнаружен в саду у Суханека, зарытый под забором.

История эта вымышлена — она взята из рассказа чешского писателя Карела

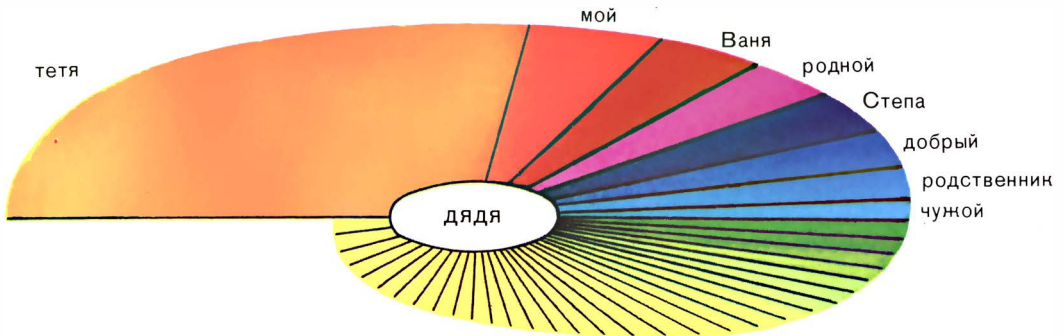
Чапека «Эксперимент профессора Роусса». И тем не менее она прекрасно иллюстрирует метод, который называется ассоциативным. Термин «ассоциация», то есть «связь», ввел в употребление в конце XVIII века английский психолог и философ Джон Локк. Но только в XX столетии началось научное изучение ассоциаций.

В 1977 году издательство Московского университета выпустило Словарь ассоциативных норм русского языка. Построен этот словарь необычно. По алфавиту в нем расположено 500 русских слов: от «бабушки» до «экзамена». Рядом с каждым словом, в скобках, приведена его частота — насколько оно употребительно в русском языке. А дальше идет список слов, которые называли в ответ на это слово разные люди, подобно тому как Суханек называл любые пришедшие ему в голову слова.

Казалось бы, прийти в голову может что угодно. Суханек в ответ на слово «стакан» сказал «пиво», а на «домик» — «поле». Другой человек на «стакан» даст ответ «чистый» или «полный», на «домик» — «крыша» или «труба». Однако в ходе опытов, проведенных с сотнями людей, было установлено, что в ответ на слова-вопросы, слова-стимулы большинство дает однотипные слова-ответы, слова-реакции. И Словарь ассоциативных норм русского языка наглядно показывает это.

Семьсот человек получили слово-стимул «дядя». Двести пятьдесят из них ответили словом «тетя». Сорок

Ассоциации, которые вызвало у участников опыта слово-стимул «дядя».





*У большинства поляков слово «орел» ассоциируется с гербом их страны, у большинства казахов — с озотой.*

три человека дали ответ «мой», тридцать семь — «Ваня», тридцать шесть — «родной», двадцать девять — « Степа», двадцать два — «добрый», двадцать — «родственник», четырнадцать — «чужой», тринадцать — «самых честных правил», девять — «хороший», пять — «двоюродный». А по одному встретились такие ответы, как «Гоша», «ирония», «мотоцикл», «нудный», «редко вижу», «забыть», «институт», «недаром», «нет дяди», «папа», «добряк», «седой», «котенок», «мини-юбка», «река», «сантехник», «сделает», «футбол», «низкого роста», «отодвинься», «кто такой», «музыкант», «старый друг», «Машин брат», «мамин», «машина», «милый» и даже «шла».

Ясно, что в нашем сознании слово «дядя» имеет тесную связь со словом, противоположным ему по смыслу, — «тетя». С другой стороны, оно связано и с местоимением «мой»: ведь словосочетание «мой дядя» часто употребляется в речи. Ответ «Ваня», который дали тридцать восемь человек, продиктован, видимо, пьесой Чехова и популярной когда-то песенкой «Дядя Ваня». Ответ « Степа», несомненно, связан со знакомой нам с детства историей дяди Степы. Ответ

«самых честных правил» — начало пушкинского «Евгения Онегина». А единичные ответы, как вы сами, вероятно, видите, с нормами языка не связаны. Кто-то редко видит своего дядю, у кого-то дядю зовут Гошей, чей-то дядя имеет мотоцикл, кто-то связывает дядю с мини-юбкой, а кто-то даже с глаголом «шла».

Слова языка соединены между собой незримыми, но прочными нитями ассоциаций. Где хранятся эти ассоциации? В голове человека. И у каждого из нас свои собственные, личные ассоциации. Но все же, как мы с вами только что убедились, очень многие слова у разных людей вызывают одни и те же ответы.

У многих, но не у всех. Словарь ассоциативных норм русского языка отличается от словарей, в которых указано, как правильно писать или произносить то или иное слово. Обязательных ассоциаций нет и не может быть. С помощью статистики можно выявить лишь самые частые, самые популярные ответы на слово-вопрос, слово-стимул.

У детей и взрослых ассоциации не одинаковы. Различны ассоциации в зависимости от образования, интересов, кругозора человека. Тем более раз-



няются слова-ответы на слова-вопросы у людей, говорящих на разных языках, хотя общее значение у слов-вопросов одно и то же. Большинство русских в ответ на слово «музыка» называют имя композитора Чайковского, а большинство поляков — Шопена. У американцев же самый частый ответ — Бетховен. Слово «орел» у русских ассоциируется с птицей, у казахов — с охотой, а у поляков — с гербом, на котором изображен орел.

Американский ученый Осгуд провел огромную работу по изучению ассоциаций, вызываемых различными словами. Но ответом на слово-вопрос в его опытах должно было быть не первое пришедшее в голову слово, а его оценка: «хорошее» или «плохое» это слово, «сильное» или «слабое», «активное» или «пассивное». Оказалось, что для американцев и японцев слово «друг» — это нечто «хорошее — сильное — активное». Для фламандцев оно «хорошее — сильное — пассивное», а для финнов «хорошее — слабое — активное». Слово «полисмен» для японцев «плохое — сильное — активное», для американцев — «хорошее — сильное — активное», для фламандцев «плохое — сильное — пассивное».

Изучение словесных ассоциаций, по существу, только начинается. Знать их нужно и для машинного перевода, и для систем, которые ведут поиск информации в море документов и научно-технической литературы. Как показали исследования последних лет, не только слова обычного языка, но и научные термины связывает незримая нить ассоциаций! Особенно же поучительна роль ассоциаций при анализе абстрактных фраз, которые долгое время служили образцом формального, отвлеченного от смысла изучения языка.

## ГЛОКАЯ КУЗДРА

Зверя по имени «куздра» никто из зоологов не знает. Но спросите о куздре любого лингвиста, любого

учителя, окончившего педагогический институт, и он, улыбнувшись, ответит вам:

— Глокая куздра штеко будланула бокра и курдячит бокренка.

Эту фразу на лекции по введению в языкознание предлагал студентам академик Лев Владимирович Щерба. Корни слов, образующих фразу в русском языке, здесь отсутствуют, за исключением союза «и». Зато грамматическое оформление всех этих звуковых «пустышек» — русское.

— Что эта фраза означает? — ставил первый вопрос Щерба.

— Она ничего не значит! — следовал единодушный ответ.

— Ну, а если подумать?

И тогда, как превосходно описал Лев Успенский в своей книге «Слово о словах», начинался детальный разбор фразы по косточкам — косточкам грамматическим.

О чем говорится в этой фразе? О куздре. Значит, слово «куздра», хотя мы не знаем его конкретного значения, — подлежащее. Чем оно выражено? Наверное, существительным, а не местоимением или числительным. Что же сделала куздра? Она будланула. Глагол-сказуемое найден вслед за подлежащим!

Ну, а как со второстепенными членами предложения? Найти их тоже можно, причем здесь есть свои тонкости. Что такое бокр — или кто такой бокр? Живое существо это или неодушевленный предмет? Давайте подумаем. Куздра будланула бокра... Заметьте, будланула не бокр, а бокра. О чем это говорит? Да о том, что существительное «бокр» стоит в винительном падеже. И является, стало быть, существительным одушевленным. Значит, наш бокр — живое существо и бокренка — его детеныш.

Представим себе, что фразу Щербы анализирует не студенческая аудитория, а ЭВМ. В программу машины заложены законы русской грамматики, она может пользоваться словарем. Единственное, чего не может компьютер, — это понимать смысл предложения. Но ведь фраза-то абстрактная, ее образуют звуковые «пустышки», зна-

чения которых не ведомы ни машине, ни человеку.

Студенты начали с того, что находили во фразе подлежащее — «куздра» и сказуемое — глагол «будлануть». Компьютеру задается такая же программа. Что будет делать дальше ЭВМ, анализируя фразу?

У глагола «будлануть» есть суффикс «ануть». Какие слова его еще имеют? Электронная память компьютера тотчас же приведет ряд глаголов на «ануть»: «махануть», «щипануть», «пугануть», «хлестануть» и тому подобные. Все они связаны с однократным действием, все они выражают насильственное воздействие на объект. Такое пояснение дано на языке академической грамматики. А по-простому всем нам ясно, что куздра сильно и нахально кого-то будланула.

Кого? И человек и машина, обратившись к грамматическому костяку фразы, дадут ответ: бокра. Кто такой или что такое этот бокр? Компьютер, выяснив, что «бокр» стоит в винительном, а не в родительном падеже, делает вывод, что бокр — существо одушевленное.

А как быть со второй частью предложения? Куздра не только будланула бокра, но и курдючит бокренка. Машина, как и человек, не понимающий смысл абстрактной фразы, прежде всего обратит внимание на союз «и». Стоит он между глаголами «будлануть» и «курдючит». Значит, союз этот — соединительный. Отсюда вывод: глагол «курдючит» должен иметь такой же насильственный, агрессивный смысл, что и глагол «будлануть». («Он долбанул меня и лупит моего брата» — в этой фразе союз «и», казалось бы, сам по себе не имеющий никакого значения, стоит на месте, в то время как фраза «Он долбанул меня и любит моего брата» звучит нелепо.)

Слово «бокренка», как и «бокр», стоит в винительном, а не в родительном падеже и, стало быть, также является существительным одушевленным (иначе было бы: «Глокая куздра будланула бокр и курдючит бокренка»). Общий вывод как человека,

так и компьютера будет таков: самка животного сильно ударила какого-то самца и наносит удары его детенышу.

## КОМПЬЮТЕР ДАЕТ «СТОП!»

Анализ фразы, который мы вели «от имени» компьютера, безупречен и строг лишь на первый взгляд. Мы начинали его с того, что подлежащее и сказуемое нам ясны. А так ли это на самом деле?

Машина начинает анализ фразы со слова «глокая». В словаре русского языка есть сотни прилагательных, имеющих окончание «ая». Но ведь есть и существительные, также оканчивающиеся на «ая»: «горничная», «закучная», «уборная», «парикмахерская», «мастерская», «рабочая» и тому подобные. Есть и масса деепричастий на «ая»: «прыгая», «завывая», «голодая», «рыдая» и другие. Чем же является слово «глокая» во фразе: прилагательным, существительным или деепричастием? Определить это сразу нельзя.

Может быть, ясность внесет следующее слово фразы — «куздра»? Но где основа и где окончание в этом абстрактном слове? Его можно поставить в один ряд со словами, обозначающими живые существа: «гидра», «выдра», «сколопендра», «саламандра». Тогда ЭВМ расчленил «куздру» на основу «куз» и окончание «дра» (вспомните, как членятся в МАРСе, межотраслевом русском словаре, слова «чайка», «лайка», обозначающие живые существа, и слова «гайка», «сайка», «майка», обозначающие неодушевленные предметы).

Однако можно членить слово «куздра» и по-другому. Если за его основу взять «куздр», окончанием тогда будет «а». Около 15 тысяч русских существительных имеют окончание «а» в именительном падеже. А сколько тысяч существительных получают это окончание в других падежах («казак», «куста», «окна» и так далее)! Сколько глаголов оканчивается на «а» («текла», «вошла», «шла» и мно-

го-много других)... Добавим к ним и сотни прилагательных, вроде «мокра», «добра», «светла».

Фраза Щербы состоит из звуковых «пустышек» и русских грамматических окончаний. Но выявить, где в ней абстрактные корни, а где конкретные окончания, не так-то просто. И если даже сделать это, все равно глокую куздру можно трактовать по-разному.

Преподаватель В. А. Шорохов провел целую серию экспериментов со своими студентами, учащимися Московского государственного педагогического института иностранных языков имени Мориса Тореза, крупнейшего вуза страны, готовящего переводчиков. Все звуковые «пустышки» во фразе Щербы были устранены, остался лишь ее грамматический костяк:

-ая -а- -о -анула -а и -ячит -енка.

И насколько легко разбирали по грамматическим косточкам фразу о глокой куздре будущие лингвисты и профессиональные переводчики, настолько трудно было им дать разбор по окончаниям, хотя, казалось бы, абстрактные «пустышки» ничего не значат!

Машина работает по жесткой программе. Стоит нам дать ей задание проанализировать фразу о глокой куздре, как ЭВМ станет в тупик. Подлежащим для нее может быть не только слово «куздра», но и слово «глокая». Ведь по типу «глокой куздры» можно построить фразу: «Горничная барина громко пуганула кота и гонит котенка». Подлежащее здесь — слово «горничная», соответствующее слову «глокая» во фразе Щербы. Слово «штеко» также может быть подлежащим, ибо в русском языке есть фразы типа: «Дикая собака динго пуганула страуса и травит страусенка».

Почему же люди (а с фразой Щербы имели дело очень многие ученые-языковеды) подлежащим считают слово «куздра», а не «глокая» или «штеко»? Оказывается, формальных, доступных машине правил здесь нет. Срабатывает же совсем иной механизм, не грамматический, а психологический. Нам предлагают звуковые

«пустышки», абстрактную фразу. И мы начинаем искать зацепку в звуковом облике «пустышек».

Такая зацепка есть: это слово «будлануть». Единственное во всей фразе, оно определяется четко и однозначно как глагол-сказуемое... и вызывает ассоциацию уже не с абстрактным, а с обыкновенным русским глаголом «бодануть». Многие школьники, которым предлагали фразу Щербы, прямо говорили:

— Да она просто боданула бокра, эта ваша глокая куздра!

У школьников связь «бодануть — будлануть» явная. Не только школьник, но и ученый может оказаться «запрограммированным». Фразу Щербы разбирали в научных статьях и монографиях видные советские языковеды, профессора и доктора филологических наук. Но анализ ее шел по тому же принципу, что так открыто выражают школьники: «куздра боданула бокра». Остальные варианты во внимание не принимались, они даже не приходили в голову маститым знатокам языка. Насколько сильна в нашем сознании связь между привычным русским «бодануть» и абстрактным «будлануть». Видимо, и сам академик Щерба ориентировался на аналогию с глаголом «бодануть», когда придумал абстрактное слово «будлануть».

Для машины с ее электронной памятью все слова, по сути дела, «пустышки». В нашей памяти слова имеют смысл, они связаны со смыслом других слов. Фразу Щербы мы прежде всего стремимся понять. Хотя она составлена из звуковых «пустышек» и грамматических окончаний русского языка, мы начинаем не с грамматики, а со смысла. И с помощью глагола «будлануть» — то есть «бодануть» — наполняем значением абстрактные слова фразы.

И взрослые и дети с наслаждением читают и перечитывают замечательные сказки «Алиса в Стране Чудес» и «Алиса в Зазеркалье», написанные английским математиком Льюисом Кэрроллом. В этих сказках много стихов, и одно стихотворение, вернее, первая

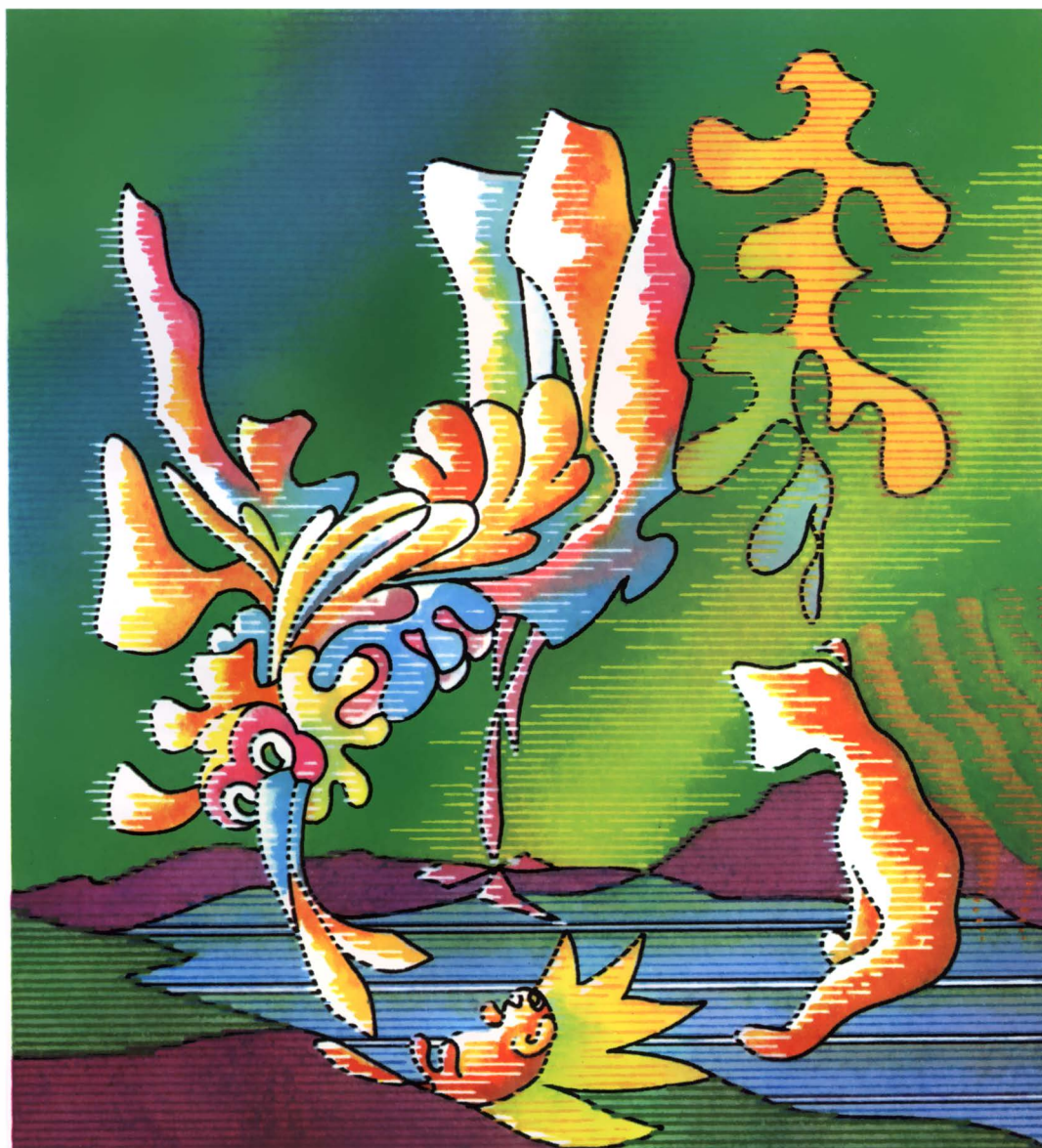


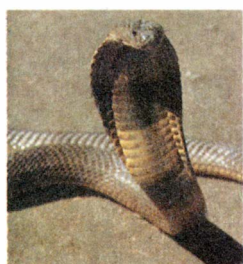
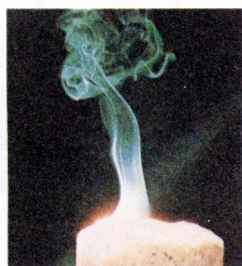
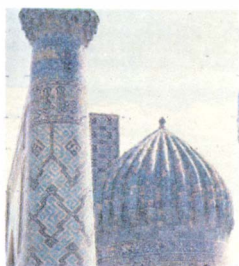
его строфа, стало хрестоматийным. Это своеобразная «глокая куздра» в стихах. Вот как звучит первая строфа стихотворения, названного «Джабберуки» — или, в русском переводе, «Бармаглот»:

Варкалось. Хливкие шорьки  
Пырялись по наве,  
И хрюкотали зелюки,  
Как мюмзики в мове.

Бессмыслица? Но почему это стихотворение с таким восторгом читают школьники? Героиня сказок Кэрролла, Алиса, прочитав его, говорит, что стихи наводят «на всякие мысли — хотя я и не знаю, на какие...». Шалтай-Болтай, сидящий на стене, при встрече с Алисой заявляет, что может «объяснить все стихи, которые только были придуманы, и кое-что из тех, которые

*Еще один образ глокой куздры, на этот раз лишенной рогов.*





*У разных людей те или иные слова-стимулы вызывают разные ассоциации. Вот, например, какие ассоциации могут вызвать слова «Средняя Азия».*

еще не придуманы». И вот как объясняет он значение всех слов первой строфы «Бармаглота».

«Варкалось» — это четыре часа пополудни, когда пора уже варить обед. «Хливкие» — это хлипкие и ловкие, а «хлипкие» значит то же, что и хилые («Понимаешь, это слово, как бумажник, — самодовольно поясняет Шалтай-Болтай. — Раскроешь, а там два отделения! Так и тут — это слово раскладывается на два»). Слово «шорьки» — это пометь «хорька, ящерицы и штопора», «пырялись» — значит «прыгали, ныряли, вертелись». Слово «нава» — трава, которая простирается «немножко направо, немножко налево и немножко назад». Слово «хрюкотали» — это хрюкали и хохотали... «или, может, летали, не

знаю». Зато «зелюки», вне всякого сомнения, — «зеленые индюки».

— А «мюмзики» — это тоже такие зверьки? — спрашивает Алиса.

— Нет, это птицы, — отвечает Шалтай-Болтай. — Бедные! Перья у них растрепаны и торчат во все стороны, будто веник... Ну, а насчет «мовы» я и сам сомневаюсь. По-моему, это значит «далеко от дома». Смысл тот, что они потерялись. Надеюсь, ты теперь довольна? Где ты слышала такие мудреные вещи? — заключил разбор стихотворения Шалтай-Болтай.

Сказки Кэрролла, написанные для детей, вошли в классику мировой литературы. Они были выпущены в академическом советском издании «Литературные памятники», так как, по мнению редакции, возглавляемой ака-



демиком Д. С. Лихачевым, «вызывают в наши дни самое пристальное внимание представителей гуманитарных и естественных наук». Автор их, профессиональный математик Чарльз Л. Доджсон, выступавший в литературе под псевдонимом Льюис Кэрролл, «предвосхитил и на интуитивном уровне постиг многое из того, что лишь десятилетия спустя стало достоянием науки; его научные прозрения нашли себе особое отражение в тексте сказок».

В самом деле: почему мы понимаем «Бармаглота» и, казалось бы, бессмысленные стихи переводятся на другие языки? Почему талантливые и опытные переводчики стараются найти «осмысленную бессмыслицу» на своем родном языке? Ведь слов-то таких ни в словаре английского, ни в словаре русского языка нет: ни «Бармаглота», ни «зелюков», ни «навы», ни «мюмзиков», ни «варкалось»... Что же получается? Человек способен написать текст изобретенными им самим словами — и другой человек не только понимает их, но и переводит на другой язык!

И в «глокой куздре», и в стихотворении Кэрролла решающую роль играют ассоциации, связи смыслов слов. С их помощью мы можем понимать слова, которых прежде никогда не слышали. Может быть, и компьютер по-настоящему станет переводить и понимать человеческую речь лишь тогда, когда мы опишем на языке чисел незримые нити ассоциаций?

### ДЖУНГЛИ ИЛИ ЛАБИРИНТ?

Мы говорили о джунглях ассоциаций. Но такие ли уж это непроходимые джунгли? В кибернетике есть понятие «черный ящик». Это система, устройство которой мы не знаем; известно лишь, как эта система отвечает на то или иное наше действие. «Черным ящиком» ученые называют и человеческий мозг. А мозг этот, говоря словами одного из кибернетиков, является вычислительным устройством

объемом около 1,42 литра, весящим всего лишь полтора килограмма, потребляющим ничтожную мощность порядка 25 ватт, но имеющим память, намного превосходящую память самой мощной электронной вычислительной машины.

Интереснейшие опыты по изучению ассоциаций провел замечательный советский ученый Александр Романович Лурия. У нормального взрослого человека на определенное слово вырабатывался условный рефлекс: это слово произносилось вслух, а вслед давался слабый разряд тока. Затем в связи с этим словом назывались другие слова. Реакцию человека на них — сужение или расширение сосудов головного мозга — регистрировала специальная аппаратура.

Например, условный рефлекс вырабатывался на слово «кошка». Слова нейтральные — «облако», «стекло», «карандаш» — никаких реакций не вызывали. Так же как и слова, созвучные слову «кошка»: «окрошка», «ложка», «окошко» и тому подобные. Когда же называли «мышь», «собака», «котенок», человек реагировал на них.

Опыты Лурии показали, что даже с помощью приборов можно изучать смысловые связи слов. И связи эти — особые, они не всегда подчиняются законам логики. У многих людей выработали реакцию на слово «скрипка». Затем приводились слова «смычок», «мандолина», названия других струнных инструментов. Они давали тот же эффект, что и слово «скрипка». Зато на слово «арфа» реакции не было. Никто из участников опыта не считал ее струнным инструментом.

О сложности, многомерности связей, существующих в нашем мозге, говорят и другие опыты. Пятьсот человек участвовало в эксперименте, проведенном советским ученым А. А. Брудным. Им называли слово и просили тотчас же сказать другое слово, противоположное по смыслу. Все участники опыта в ответ на слово «слепой» сказали «зрячий». Три четверти участников в ответ на слово «защита» сказали «нападение». Были и другие ответы: «атака», «беззащитность»,



«предательство», «бессилие», «доступ», «брешь», «удар», «незащищенность», «бегство», «вторжение», «прорыв», «захват», «угроза». А слово «сердитый» получило четыре примерно равных ответа: «веселый», «радостный», «добрый», «добродушный», а также более редкие ответы: «беззловный», «ласковый», «приветливый».

Участников опыта спросили, почему в ответ на слово «лед» они сказали «вода» (такой ответ дала половина всех опрошенных). Казалось бы, называя одно и то же слово, люди должны и объяснение дать сходное. Но этого не произошло. «Потому что раньше льда—вода»,—гласил один ответ. «Потому что вода жидкая, а лед твердый»—другое объяснение. «После льда—вода»—третье.

Каждый пятый из участников опыта в ответ на слово «лед» сказал «огонь», каждый десятый—«пламень». Но объяснения были различны. «Потому что огонь—самое горячее, а лед—самое холодное». «Лед и пламень—крылатые слова». «Пламень—так у Пушкина».

В ответ на слово «лед» назывались и другие слова-противопоставления. «Кипяток»—«Потому что горячий и жидкий». «Пар»—ибо «это самая легкая вода, а лед—самая тяжелая». «Песок»—потому что человек «представил пустыни и льдины» (другое объяснение: «Песок сыпуч, а лед ломок»). «Земля»—так как «где земля, льда нет, лед—где вода». «Жар»—ибо он «противоположен льду, потому что лед—концентрат холода». «Таяние»—оно «гибель для льда».

Все ответы получили объяснение. Но как они различны! Лабиринт смыслов слов, джунгли ассоциаций мы только начинаем изучать.

Конечно, работы здесь непочатый край. Мозг человека содержит около десяти миллиардов нервных клеток—нейронов. Нейроны связаны между собой. Число этих связей измеряется сотнями тысяч триллионов. Какие нервные клетки, какие разделы нашего мозга управляют речью, позволяют говорить и понимать слова, обращенные к нам?

Мозг действует целостно, как единая система. Говорим ли мы вслух, думаем ли про себя, решаем ли математическую задачу или играем в футбол, в работу включаются миллионы и миллиарды нервных клеток. И все-таки в мозгу человека есть особые «пульты управления», отвечающие за речь, за ее понимание, ее восприятие, ее порождение.

У животных правое и левое полушарие головного мозга работают одинаково, дублируя друг друга. А вот у людей это не так! Говоря упрощенно, в нашем черепе помещены как бы два мозга: левое полушарие работает иначе, чем правое. Речь человека связана с работой обоих полушарий. Но каждое не дублирует другое, а отвечает за определенные разделы речи.

## АДРЕС «РЕЧЕВОГО ПОЛУШАРИЯ»

В среднем девять человек из десяти—правши, «главная» рука у них правая. Движениями этой руки управляет левое полушарие мозга. И речью управляет левое полушарие—опять-таки у правшей. А что делает полушарие правое?

Сто лет назад английский медик Х. Джексон высказал такую мысль. Правое полушарие заведует наглядным восприятием окружающего мира, в нем хранятся словесные формулы вроде «Здравствуйте!», «Пожалуйста!», «Простите!» и тому подобные. Те, что нельзя расчленить на части,—они обозначают целую ситуацию.

Шли годы, гипотеза Джексона получила подтверждение все новыми и новыми фактами. Глухонемые общаются между собой как бы на двух языках. Один—язык жестов, где каждый жест означает конкретное слово. Второй—пальцевая азбука, где каждый знак—подобие буквы. Если у глухонемого повреждено левое полушарие он не может пользоваться пальцевой азбукой. Однако язык жестов не забывается: значит, им ведает «образное» правое полушарие.

Японцы употребляют письмо, где

одни знаки передают целые слова (иероглифы), а другие — отдельные слоги. Когда повреждено левое полушарие, грамотный японец не в состоянии правильно писать слоговые знаки. Но не забывает слова-иероглифы. Видимо, они хранятся не в левом, «речевом», а в правом полушарии.

Если у человека страдает правое полушарие, он не может воспринимать рассказы в картинках, вроде тех, что печатаются в юмористических журналах. Не помнит лиц, порой даже своих родственников. Хотя при этом хорошо владеет членораздельной речью, управляемой здоровым левым полушарием.

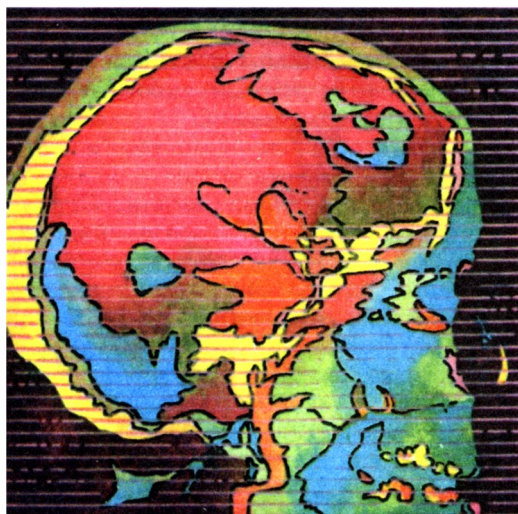
Любителям музыки хорошо известно имя французского композитора Равеля. Равель после кровоизлияния в левое полушарие потерял дар речи. Но продолжал сочинять музыку — с помощью правого полушария. Слова он писал с трудом, зато легко делал нотную запись своих произведений. Смысл слов он понимал лишь тогда, когда ему показывали изображения предметов, обозначенных тем или иным словом.

Иная картина — при поражении правого полушария. «Во Франкфуртском институте был впервые описан случай, когда больной, страдавший правосторонним параличом, но сохранивший

возможность повторять произносимые перед ним слова, понимать речь и писать, оказался не в состоянии повторить фразу «я умею хорошо писать правой рукой», но всегда заменял в этой фразе слово «правый» словом «левый», потому что он в действительности умел писать теперь только левой рукой, а правой писать не умел. Повторить фразу, которая включает в себе нечто не соответствующее его состоянию, было для него невозможным», — писал выдающийся советский психолог Л. С. Выготский.

Левое полушарие может работать с отвлеченными понятиями, оно «абстрактно». Правое полушарие — «конкретно», «образно». Прежде думали, что только левое полушарие ведаёт речью. Но это не так. С его помощью мы распознаём звуки речи, строим фразы по правилам грамматики и говорим их вслух. Однако нечеткие множества значений слова хранятся в правом полушарии. Наш мозг работает, как две вычислительные машины, связанные друг с другом. Они не дублируют друг друга, а выполняют различные задачи. Это наглядно показывает такой пример. Вы решаете кроссворд. Поиск слов с заданным числом букв ведёт левое полушарие, а значе-

*Электронные вычислительные машины помогают ученым в изучении человеческого мозга.*



ния этих слов хранятся в правом. Благодаря совместной работе полушарий мы находим нужное нам слово.

Электронный мозг компьютеров подражает работе левого, «абстрактного» полушария. И может решать многие задачи лучше и быстрее, чем человеческий мозг. Вернее, не весь мозг, а левое полушарие. Но суть языка — передача смысла, а значения хранятся в другом полушарии мозга. Моделировать его работу мы пока что не можем. «Для человека назвать (с помощью левого полушария) то, что он иногда смутно воспринимает (правым полушарием), уже значит осознать этот смутный образ,— пишет доктор филологических наук Вячеслав Всеволодович Иванов.— Но для вычислительных машин и человеческие слова могут оказаться столь же смутными. Поэтому сравнение машины с левым полушарием позволяет лучше понять его особенности и в то же время задуматься над свойствами правого полушария, моделирование которых сулило бы переворот в кибернетической теории и в практике построения вычислительных машин».

А вот мнение другого специалиста, одного из создателей кибернетики — американца Клода Шеннона. Он считает, что современные компьютеры вряд ли смогут справиться с такими задачами, как распознавание образов («ведомство» правого полушария!) или перевод с одного языка на другой. «Мне кажется, что это должны быть вычислительные машины, которые будут выполнять естественные операции с образами, понятиями и

смутными аналогиями, а не последовательные операции с десятиразрядными числами»,— писал он в сборнике «Компьютеры и мир будущего».

Текст при машинном переводе вводится в компьютер через телетайп в виде цепочки чисел, кодовых знаков. Одни числа обозначают буквы слова, другие — его грамматический код, третьи — номер в словаре. Программы даже первых опытов по МП имели тысячи команд и были гораздо сложнее, чем программы для труднейших вычислений. Так ли работает наш мозг? Конечно же, нет. Ребенок обучается языку и легко его понимает. А над формулами и вычислениями ломают голову взрослые люди. И лишь чудо-счетчики ухитряются соперничать с компьютерами в скорости счета.

Слово для человека — это не цепочка букв между двумя пробелами. И никаких кодовых номеров не имеют для нас слова родного или иностранных языков. Мы воспринимаем язык целостно и, вводя его в машину, вынуждены членить речь, «вытягивать» в ленточку многомерные связи смыслов, звуков, ассоциаций. В художественном творчестве эти связи сознательно обыгрываются, дают новое измерение человеческой речи.

Но все же ученые пробуют проникнуть в святая святых нашего «черного ящика» с помощью компьютеров. Если обычный язык — это чудо, то поэзия — это чудо в квадрате. И можно смело назвать чудом в кубе попытки заставить электронный мозг писать стихи и сочинять сказки.



ЧУДО  
В КУБЕ!

## ЭЛЕКТРОННАЯ КАЛЛИОПА

Первые тексты, автором которых была вычислительная машина, опубликовал в 1953 году французский журнал «Электроника». Программа, названная в честь античной музы поэзии Каллиопой, сочиняла тексты вроде следующего:

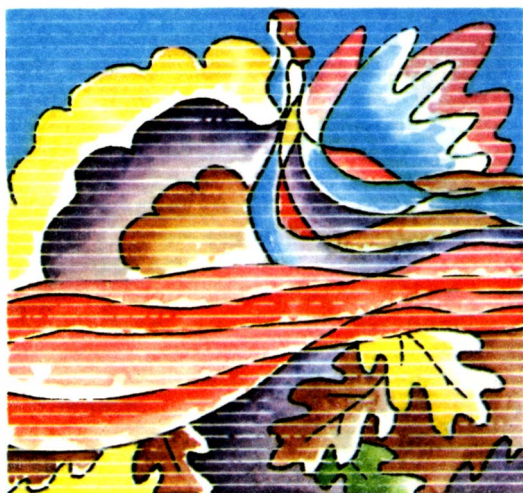
«Мой горизонт состоит лишь из красной портьеры, откуда с перерывами исходит удушающая жара. Едва можно различить мистический силуэт женщины, гордой и ужасной; это знатная дама, должно быть, одно из времен года...»

Смысла в произведении электронной Каллиопы нет. Ибо творила машина нехитрым способом: из словаря в

несколько десятков тысяч слов по принципу «орла и решки» брались слова и соединялись между собой. Подобным образом сочиняют некоторые поэты-авангардисты Запада. Направление это получило название «пермутационная поэзия» (от слова «пермутация» — перестановка).

Вот образец стихов, созданных по методу пермутаций авангардистом из ФРГ Л. Харигом:

На сердце крест владей проигранной любовью.  
 На сердце крест владей любовною игрой.  
 На сердце крест играй властительной любовью.  
 На сердце крест играй любовным овладеньем.  
 На сердце крест люби властительно игру.  
 На сердце крест люби проигранную власть.



«Мой горизонт состоит лишь из красной портьеры...» — писала электронная «Каллиопа».

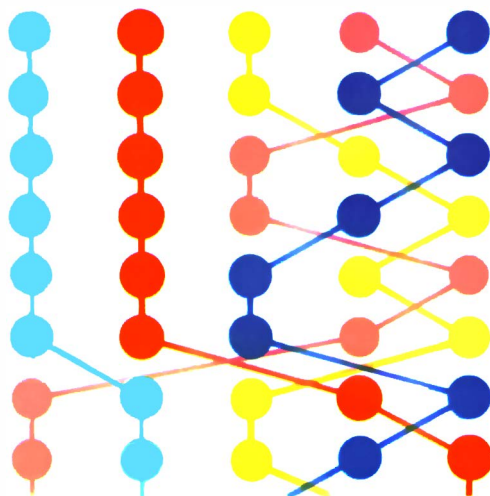


Схема пермутаций стихотворения «На сердце крест...».

За основу берутся слова «крест», «играть», «любовь», «сердце», «владеть». Затем из сочетания этих слов и различных их форм (спряжения, склонения и т. д.) механически порождаются строфы стихотворения. И такое порождение текстов можно без труда запрограммировать, поручив компьютеру пермутации — перестановки слов и строк.

Действительно, одно время на Западе публиковались отдельные произведения и целые сборники поэтов-авангардистов, которые оказывались на самом деле... продуктом творчества электронных вычислительных машин. Приведем как пример такое стихотворение:

Когда играет темнота, то вечер цепенеет.  
Порою блещут золото и краса.  
Танцую я и размышляю.  
Как часто трогает меня трава.  
Растет шершавый золотистый колокольчик.  
Тропинки и гонцы внизу бушуют.  
Растение поцелует кто?  
Поэт.

Его автор — ЭВМ, но под строками, сочиненными машиной, мог бы поставить свою подпись и какой-либо поэт-авангардист. Ибо стихи эти имеют все признаки поэзии «авангарда»: отсут-

ствие рифмы и связи между смыслами отдельных строк, «смелые» сочетания слов и образов.

А возможно ли с помощью компьютера сочинять обычные стихи, подчиняющиеся правилам ритма, с рифмованными строками и осмысленным содержанием?

В конце пятидесятых — начале шестидесятых годов шли бурные споры о том, может ли машина мыслить? В научных и научно-популярных изданиях появлялись образцы творчества машин в области музыки и поэзии. Как пример стихов, сочиненных ЭВМ, обычно приводилось произведение, начинавшееся строками:

Ночь кажется чернее кошки этой,  
Края луны расплывчатыми стали,  
Неведомая радость рвется к свету.  
О берег бьется крыльями усталыми.

Стихотворение это впервые было опубликовано в научно-популярной книге о кибернетике «Быстрее мысли», написанной Н. Е. Кобринским и В. Д. Пекелисом. Оно прозвучало с трибуны пленума правления Союза писателей РСФСР. В печати разбирались достоинства и недостатки стихов, сочиненных компьютером, выяснялись причины, почему они воспринимают-

ся как поэтическое произведение среднего уровня. Тогда же журнал «Юность» опубликовал статью А. Киреевой, где критиковались стихи поэта В. Котова. Киреева считала, что творение машины о ночи, которая «кажется чернее кошки этой», — выше качеством, чем стихи Владимира Котова. А затем выяснилось, что автором «машинных стихов» был поэт Владимир Котов!

Да, на самом деле ЭВМ это стихотворение не писала. Оказывается, однажды под видом стихов, сочиненных компьютером, американцы опубликовали текст, выглядевший таким образом:

Ночь кажется чернее кошки черной,  
Но очертания луны уже начали плавиться  
в небесах.  
Невысказанная радость устремляется к свету  
И усталыми крыльями бьется о лучезарный  
берег...

Этот подстрочник авторы книги «Быстрее мысли» дали поэту В. Котову, который переделал текст в стихотворение с рифмами, подчиняющееся строгим требованиям ритма, создающее определенное настроение. Иными словами, поэт написал оригинальное произведение, не имеющее ничего общего с творениями ЭВМ!

В 1962 году кибернетики из ФРГ опубликовали программу, по которой компьютер, пользуясь малым числом слов, строил осмысленные фразы. Например, сочинил такой текст:

«Снег холоден. И каждый покой глубок. И тихо нет рождественской елки. Или каждая свечка белая».

Текст был написан на немецком языке. Его показали одному из русских переводчиков, сказав, что это — подстрочник, пословный перевод стихотворения о зиме. Переводчик, творчески обработав текст, написал стихотворение. Начиналось оно так:

Снег холоден. Холоден снег.  
Глубокий покой навек.  
И елки рождественской нет.  
Оплавшие свечи и снег...

Кто автор этих стихов? Ясно, что человек-переводчик, а не машина. Человек, а не компьютер создал настроение одиночества, картину зимней ночи накануне рождества без традиционной елки. Человек подобрал рифмы и уложил тему стиха в «сетку» ритма.

В 1978 году в журнале «Автоматика и телемеханика» появились стихи, автором которых была вычислительная машина. Работала она по программе, целью которой, говоря словами ее создателя, было «узнать, какие минимальные средства позволяют добиться иллюзии осмысленного стихосложения». И оказалось, что «такой иллюзии можно добиться очень малыми средствами».

ГРАММАТИКА+МЕТРИКА+РИФМА=  
=СМЫСЛ?

Сравните три отрывка из стихотворений. Первый звучит так:

Фиолетовые руки  
На эмалевой стене  
Полусонно чертят звуки  
В звонко-звучной тишине...

Всходит месяц обнаженный  
При лазоревой луне...  
Звуки реют полусонно,  
Звуки ластятся ко мне.

Второй отрывок:

Горизонты вертикальные  
В шоколадных небесах  
Как мечты полужеркальные  
В лавровишневых лесах.

Призрак льдины огнедышащей  
В ярком сумраке погас,  
И стоит меня не слышащий  
Гиацинтовый Пегас.

Третий отрывок:

Добрый реет шелест,  
Плачет пустота.  
Слушают качели,  
И поет беда.



Стань покорно, горе.  
Томно тишь летит,  
И прозрачно море  
Тайно шелестит.

И бежит земная  
Незаметно тень:  
Медленно, лесная,  
Славит влажный день.

Кто автор этих стихов? Знатоки поэзии скажут, что первый отрывок взят из стихотворения Валерия Брюсова «Творчество», написанного в 1885 году. Второй — из пародии Владимира Соловьева на стихи поэтов-символистов. Что же касается третьего отрывка, то наверняка его не знает ни один любитель русской поэзии. Ибо сочинен он электронной вычислительной машиной.

Вот еще два четверостишия, сочиненные компьютером. Первое выглядит так:

Злой музыкант, дрожа, вернись,  
Ломая краски!  
И сила, также устыдись!  
Бред сонный, вязкий...

Второе:

И старый небосвод пустеет,  
Идут закаты тяжелы.  
Быть может, в хрустале белеют  
Сегодня ласково стволы?

Не будем обсуждать достоинства и недостатки машинных стихов. Это не шедевры русской поэзии, но, с другой стороны, и не мистификация, не обработанный человеком подстрочник и т. п. В начале нашего века подобные стихи могли быть опубликованы в каком-нибудь альманахе символистов, эго-футуристов и прочих «истов»: они ничуть не хуже (и не лучше) обычной продукции стихотворцев-середнячков. Каким же образом удалось запрограммировать компьютер?

В машину был введен словарь, состоящий из нескольких сотен слов, взятых из сборника стихотворений Осипа Мандельштама «Камень» (эксперименты, проведенные с другими словарями, показали, что выбор сло-

варя меняет настроение и тематику стихов, но не влияет на их качество). Каждое слово получило индекс: число слогов в этом слове до ударения и после ударения. Кроме того, было указано, чем оно может быть в предложении: подлежащим, сказуемым, определением или обстоятельством, а также в каком роде, числе и падеже оно стоит. Наконец, особо были заданы правила рифмовки строк.

Процесс сочинения стихов человеком невероятно сложен. Машина же творила по простой программе. Сначала наугад бралось какое-то слово из словаря и ставилось в конце первой строки. Затем к нему подбирались рифмующее слово и ставилось в конце другой строки. Так заполнялись окончания во всех строчках строфы. Все остальные слова в каждой строке приписывались к рифмующим словам. Они также брались наугад, но тут уже шел отсев тех слов, что не укладывались в заранее заданную «сетку» стихотворного размера и нарушали правила грамматики. Слова, выдержавшие ритмическую и грамматическую проверку, заполняли строки и строфы. На этом творчество компьютера заканчивалось.

## ИГРА СО СЛОВОМ

Формальная сторона поэзии — рифмовка, строфика, ритмическая «сетка», в которую поэт укладывает свое повествование, — легче всего поддается программированию. Чем сложнее требования формы, тем жестче рамки выбора нужных слов, тем «машиннее» становится процесс поэтического творчества и... тем легче моделировать его на ЭВМ (программа, о которой мы говорили выше, конечно, не моделировала этот процесс, ибо не учитывала главного — смысла стихотворения).

Со времен античности существует так называемая игровая поэзия. Например, стихи-перевертни или палиндромы (от греческого «палиндромос», то есть «движущийся назад, воз-

вращающийся»). Вот образец стиха-перевертня:

Олесе весело:  
летя, дятел  
дуд  
лил  
о лесе весело  
тут и тут.

Каждая строка этого стиха читается справа налево и слева направо одинаково.

Другой вид игровой поэзии — тавтограммы, в которых каждое слово начинается с одной и той же буквы. Например:

Охрой — осины.  
Облака оловянные.  
Облик осенний...

В творчестве Пушкина, Лермонтова, Державина, Тютчева, Фета, многих других поэтов-классиков можно найти интересные эксперименты с рифмами и ритмами. Общеизвестны стихи-перевертни «Я иду с мечом судия» (автор — Державин) и «А роза упала на лапу Азора» (автор — Фет). В нашем столетии то, что у поэтов-классиков оставалось в черновиках либо же расценивалось как шутка, «игра ума»,

стало одним из компонентов творчества больших поэтов.

Валерий Брюсов пишет стихами-перевертнями целое стихотворение и выпускает книгу «Опыт», в которой собраны образцы самых разных форм игровой поэзии. Велимир Хлебников, которого называли своим учителем крупнейшие советские поэты во главе с Маяковским, сочиняет большую поэму «Разин», каждая строка которой читается одинаково слева направо и справа налево. Маяковский смело вводит в поэтическую практику составные, «каламбурные» рифмы, прежде считавшиеся уместными лишь в несерьезных стихах («парте я — партия», «ночь не кинь — позвоночнике» и т. п.). Маяковский, Асеев, Безыменский включают в свои поэмы рубленные строки стихов-брахиколонов, состоящие из односложных слов... Сколько неожиданных поворотов смысла таится в причудливых сочетаниях слов-перевертышей! Сколько неожиданных смыслов может открыться, если поэт начнет сочинять стихотворение, поставив себе задачу пользоваться только односложными словами или словами, начинающимися с одной и той же буквы!

В поэзии, как известно, допустимы перестановки слов, в обычной речи не

*Поэтическое творчество — одно из самых чудесных и в то же время одно из самых загадочных явлений нашей жизни.*





принятые (например, в ранних стихах Маяковского: «смяли и скакали через»). Сочетания смыслов слов в речи поэта более свободны, чем в научном или деловом тексте. Формальный же поиск рифм и созвучий не требует никакой дополнительной работы над словарем. Нужно искать слова, начинающиеся с одной и той же буквы, — задавая ЭВМ программу поиска по словарю, компьютер сам подыщет эти слова. Требуется поиск рифмующих слов — опять-таки нет нужды в особых пометках, программа отыщет такие слова по их окончаниям и ударениям.

С легкостью проведет ЭВМ, получив нужную программу, и поиск односложных слов для стихов-брахиколонов, и поиск слов-перевертышей вроде «казак», «иди», «учу», «еще», «или», «потоп» и многих других, а также их сочетаний — «упала на лапу», «искать такси», «туго могут», «Хорошо. Шорох» и т. д.

До последнего времени программы, по которым машина сочиняла стихи, лишь имитировали творческий процесс, подобно тому как человек, не зная иностранного языка, подражает чужой речи, издавая бессмысленный

*Скальды — скандинавские поэты IX—XIII веков не только умели сочинять стихи, но и были отличными мореплавателями и плотниками, кузнецами и воинами.*







*Прибегая к своеобразной поэтической форме, скальды наряду с походами и битвами описывали и свои повседневные, будничные дела.*

набор звуков, напоминающий осмысленную речь. В нашей стране в начале восьмидесятых годов была предпринята попытка промоделировать процесс сочинения стихов «изнутри», создать программу, которая бы имитировала работу мозга человека, а не порождала бессмысленные тексты, оживляемые воображением читателя.

Моделью для советских исследователей послужила поэзия скальдов. Около тысячи лет назад ее творили отважные скандинавские воины и мореходы — викинги.

## САМАЯ СЛОЖНАЯ В МИРЕ ПОЭЗИЯ

Поэзию скальдов называют иногда самой сложной, самой трудной по форме поэзией в мире. Каждая строфа скальдического стиха буквально прошита различными созвучиями, так как стих, который просто рифмует, с точки зрения скальдов, еще не стих. Он должен быть украшен средствами звуковой выразительности, например внутренними рифмами. К тому же поэты-скальды прибегали к очень сложной и вычурной системе образов. Корабль они именовали «конем моря», море — «домом угрей» или «по-

лем корабля». Ворон был «осою трупов», «чайкой ран», «лебедом крови», «соколом битвы», а битва — «вьюгой мечей». Такие образы назывались кеннингами.

Несмотря на свою сложность, поэзия скальдов не была делом избранных. Она предназначалась не для узкого круга ее ценителей, а для всего общества. В эпоху викингов умение слагать стихи приравнялось к умению стрелять из лука, играть в шашки, музицировать на арфе, ездить на коне. Авторами стихов были и простые дружинники, и короли, в том числе и норвежский король Харольд Суровый, посвятивший любовные стихи своей невесте Елизавете, дочери Ярослава Мудрого.

Крупнейший в нашей стране знаток поэзии скальдов М. И. Стеблин-Каменский показал, что творчество осознавалось скальдами только в области формы. Поэт не мог сочинить небылицу, приписать себе дела, им не совершенные, прибегнуть к поэтическому вымыслу и преувеличениям. Он описывал события такими, какими они на самом деле были. Либо сочинял хвалебную песню, возвеличивая меч, коня, корабль или человека, либо писал хулительный стих, унижавший и поносивший врага, или же сообщал

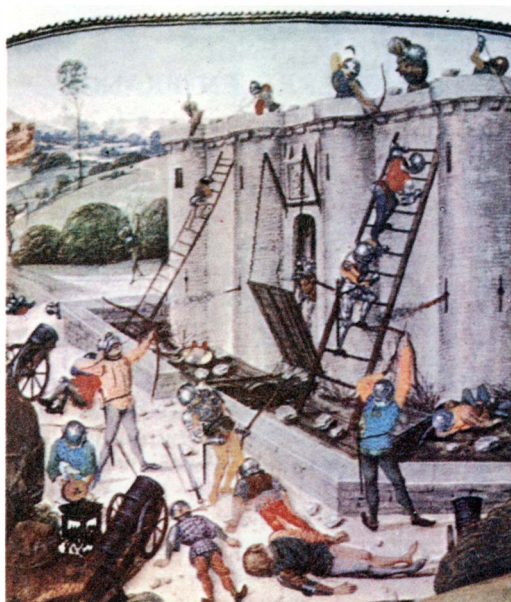
такого рода сведения: «Я продал застежку от плаща, которую мне прислали исландцы, и купил селедок; свои стрелы я тоже обменял на селедок по случаю урожая». Это содержание одного из скальдических стихотворений. Другие же еще бедней, вроде «Я убил Торгрима, Лодина, Торда, Фальгейра».

Однако все эти хвалы и хулы, как и скудные сообщения, облекались в пышную одежду кеннингов, созвучий, ритмов и рифм. Чем изобретательней был в этом деле скальд, тем вы-

ше ценилась его поэзия. Очевидно, в голове у пишущего подобные стихи существовали своеобразные алгоритмы, правила образования кеннингов, правила отбора слов, образующих рифму, а также другие созвучия, правила ритма, которым одно слово отвечало, а другое — нет...

Нельзя ли эти правила сделать доступными компьютеру? Ведь творчество скальдов шло в определенных, строго заданных темой и формой стиха рамках... А качество стихов, созданных ЭВМ, будет говорить о том, на-

*Кеннинги ворона образовывались сочетаниями двух слов...*





сколько верно мы моделируем творчество поэта-скальда. Такая работа была проделана автором этой книги.

## АЛГОРИТМЫ КЕННИНГОВ

Изучая поэзию скальдов, ученые, далекие от кибернетики, заметили, что кеннинги, по сути дела, образуются по жесткой схеме.

Вот кеннинги ворона: «гусь битвы», «оса трупов», «кукушка трупов», «ле-

бедь крови», «чайка ран», «гусь крови». Нетрудно увидеть, что первая часть кеннинга — это названия птиц и летающих насекомых (гусь, оса, кукушка, чайка, лебедь), а вторая часть кеннинга образована словами, связанными с битвой, кровью, трупам, ранами и т. п.

Корабль именовался скальдами «конем моря». Но не только моря. Второй частью кеннинга корабля становились «влага», «болото», «вода», «устье», «канавы», «водопад», «река», «пучина», «прибой» — словом,

*...первое слово было связано с «летающими существами», а второе — с битвой, смертью и т. п.*





все понятия, связанные с водой. А порой частью кеннинга корабля могло быть не только слово «конь», но и «лось», «тур», «лев», название любого другого крупного животного.

Из приведенных примеров видно, что кеннинги образуются сочетанием двух существительных: первое из них стоит в именительном падеже, второе — в родительном. Однако далеко не всякое существительное в именительном падеже в сочетании с существительным в родительном падеже порождает кеннинг. Кеннинги давались ограниченному числу понятий: воину, женщине, ворону, щиту, мечу, кораблю, скандинавским языческим божествам вроде Одина и Тора. И каждое из них имело свой круг понятий, с ним связанных, свое «смысловое поле».

Нельзя ли эти «смысловые поля» разметить, проиндексировать? Если слово нейтрально, то есть не входит в первую или вторую часть кеннинга ворона, война или другого понятия, оно получает индекс 0. Если слово может быть первой частью кеннинга, оно получает индекс 1, если второй — индекс 2. В словаре, размеченном таким образом, в графе «ворон» индекс 1 получают все названия птиц и летающих насекомых, индекс 2 — слова, связанные с кровью, трупам, сражением, оружием.

Любое сочетание слов с индексом 1 со словами, имеющими в той же графе «ворон» индекс 2, автоматически порождает кеннинг ворона. Он и «жук битв», и «жук крови», и «гусь битв», и «гусь трупов» и так далее. Та же процедура может быть проделана и с другими понятиями, получившими кеннинги в поэзии скальдов.

Конечно, составить полный словарь всех слов, к тому же стоящих не только в именительном, но и в родительном падеже, практически невозможно. На первом этапе экспериментов решено было взять лишь односложные слова-существительные. Даже таких слов набралось примерно три тысячи, а число возможных сочетаний, образующих кеннинги, оказалось по-

истине астрономическим. Какое же из них следует выбирать, сочиняя скальдический стих? Как лучше назвать ворона: «сыч сеч» или «гусь битв»? Или же лучше звучит кеннинг ворона «дрозд битв»? Или «гриф ран»?

Эти вопросы, видимо, стояли перед поэтом-скальдом, сочинявшим хвалебные или хулильные стихи. Их нужно было решать и программе для компьютера, моделирующей творчество скальдов.

## КОМПЬЮТЕР-СКАЛЬД

Как шел отбор одного-единственного кеннинга из колоссального числа всех возможных? Очевидно, на выбор скальда влияла форма стихотворения. Одно слово рифмовало, другое рифмы не образовывало. Рифмуя, одно слово давало и созвучие первых букв, аллитерацию, другое — нет. То есть все возможные кеннинги словно прочесывались через жесткие требования формы. И выбиралось то сочетание слов, которое полностью отвечало им. Программа такого отбора — по ритму, созвучиям, рифмам — была составлена и для ЭВМ.

Работа компьютера строилась поэтапно. Сначала заказчику предлагалось выбрать тему стихотворения, кому оно посвящается: воину, мечу, ворону, кораблю, богу Одину или Тору. Далее он решал, будет ли стихотворение хвалебным или хулильным (кстати сказать, подобного рода социальный заказ и выполняли в большинстве случаев поэты-скальды; некоторым из них удавалось благодаря мастерски сложенным стихам избежать смертной казни, и одно из скальдических стихотворений так и называется — «Выкуп за голову»).

Заказчик определял объем стихотворения (из скольких строф оно будет), каким размером оно должно быть написано и какой системы рифмовки надо придерживаться. Затем следовало выполнение заказа. ЭВМ, перебирая слова, хранящиеся в ее банке данных, образовывала кеннинги,

которые отвечали заданным требованиям рифмовки и строфики.

Чтобы стихотворение, порожденное по программе «Скальд», не стало простым перечнем кеннингов, в программу внесли ряд добавлений. В текст стихотворения включались краткие прилагательные, размеченные определенным образом по их «смысловым полям» (ворон может быть «черн», но не «бел» и т. п.), а также глаголы в повелительном наклонении, получившие специальные индексы. Вот образцы стихов, созданных по программе «Скальд». Один из них хвалебный, а другой хулительный.

|  |   |
|--|---|
| Хвала мечу   | Хула ворону   |
| Меч, меч —<br>серб сеч,<br>бич битв,<br>брат бритв.          | Ври, вран —<br>вор ран,<br>гриф гроз,<br>гусь слез.         |
| Быстр, остр,<br>шустр, востр,<br>страж страд,<br>страх стад. | Сохл, плох,<br>трухл, рухл,<br>дряхл, чахл,<br>затхл, тухл. |
| Мчи, меч,<br>бей, меч —<br>битв бич,<br>серб сеч!            | Жухл, слаб<br>жрун жаб...<br>Дрян — вран,<br>дранн, дран!   |

В этих стихотворениях все слова односложные, ибо словарем только таких слов располагал компьютер. Строки связаны между собой аллитерациями, внутренними и конечными рифмами и другими средствами звуковой выразительности, имевшимися в арсенале у скальдов. И наконец, если не считать строк, образованных краткими прилагательными и глаголами в повелительном наклонении, каждая строчка стиха является скальдическим кеннингом.

## ФОРМУЛЫ СКАЗКИ

Хвалебные и хулительные стихи скальдов (как и моделирующего их творчество компьютера) сюжета не

имеют. Но скальды из плоти и крови писали еще и стихи на тему. Быть может, их тоже можно моделировать на ЭВМ?

Это возможно лишь в том случае, если будет дана «формула сюжета», тема, изложенная на языке, доступном пониманию компьютера. Такие «формулы сюжета» полвека назад, задолго до рождения кибернетики, найдены были замечательным советским ученым профессором В. Я. Проппом.

Давно было замечено, что сюжеты сказок у различных народов планеты удивительно похожи. Специалисты по фольклору систематизировали эти «бродячие сюжеты», составили специальный указатель, где каждый сюжет получил свой номер. И пусть в восточных сказках героем является Ходжа Насреддин, в европейских — Тиль Уленшпигель, а в киргизских — Алдар Косе, проделки этих хитрецов имеют общий номер в указателе.

Профессор В. Я. Пропп в книге «Морфология волшебной сказки» показал, что сюжет любой сказки можно описать на языке формул. Механизм ее порождения одинаков у самых разных народов мира. А кибернетики наших дней, несколько изменив схему Проппа, сделали ее доступной для ЭВМ. Это позволило компьютеру сочинять волшебные сказки.

Как строится сказка? Обычно она состоит из начальной части — зачина, основной части — тела сказки и завершающей — концовки. В зачине сообщается о том, кто и где жил-был, и тому подобные нужные для дальнейшего рассказа сведения. Вспомните начала сказок: «Жили-были дед да баба, была у них курочка-ряба». Или: «В некотором царстве, в некотором государстве...»

Основной стержень, тело сказки, прост, хотя сама сказка может быть очень длинной. Сначала герой встречается с другим персонажем сказки, тот или борется с героем, или помогает ему. Затем герой следует дальше, происходит новая встреча с помощником или врагом... И так — до конца сказки. Заключительная же



часть ее еще проще. Герой получает богатство, женится на красавице царевне, становится царем и тому подобное. Сказочник может еще добавить традиционное: «И я там был, мед пил, по усам текло, а в рот не попало». Или: «Вот и сказке конец, всему делу венец».

В волшебных сказках нетрудно выявить основные типы персонажей. Это герой, его враг — антигерой, помощник или помощники героя, соперник героя и так далее. В конкретной сказке эта схема заполняется конкретными действующими лицами. Герой — либо Иван-царевич, либо Иван-дурак, либо Емеля, либо отставной солдат, либо какой-то иной хорошо известный из русских сказок храбрец, умелец и счастливчик (имена таких героев в сказках других народов различны, но общая схема справедлива для всех). Соперник героя — либо Кощей Бессмертный, либо Баба-Яга, либо Змей Горыныч, либо злой колдун и так далее. Помощники героя — серый волк, Сивка-бурка, вещий каурка, орел, щука и многие другие.

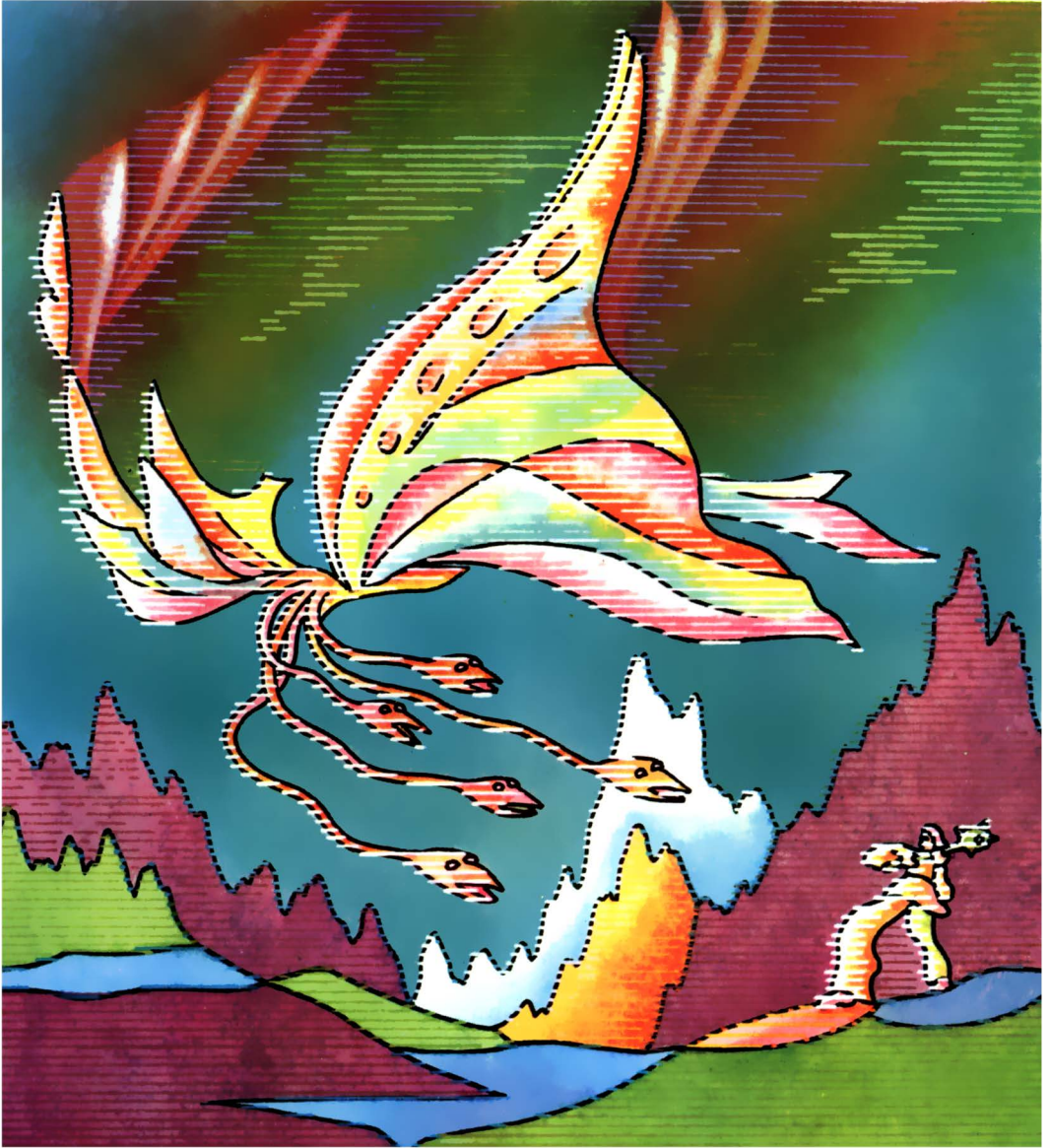
Почти любой персонаж сказки имеет точные, закрепленные за ним характеристики. У Бабы-Яги — костяная нога, у Змея — три, шесть, девять, двенадцать голов (число голов обязательно кратно трем). У «награды» героя, девицы-красы, «очи ясные, брови черные, уста сахарные». Но что самое главное, действия персонажей сказок как бы заранее запрограммированы: они совершают определенные типовые поступки. Враги героя непременно убивают или похищают кого-то. Даритель немалым без чудесного дара или мудрого совета...

На каждый поступок персонажа сказки можно построить смысловую схему, фрейм, подобный тем, что созданы для диалоговых систем вроде «Поэта», «Дилоса» и других, о которых мы уже рассказывали. Например, для похищения список вопросов вы-



*Традиционное построение сказки — три части: зачин, тело и концовка.*





*Тело компьютерной сказки о драконе.*

глядит так: «кто похитил?», «кого похитили?», «с помощью чего похитили?», «откуда похитили?», «зачем похитили?», «куда похитили?». Поступок «убийство» имеет иной фрейм: «кого убили?», «как убили?», «где убили?», «зачем убили?», «кто убил?».

Число персонажей в сказке невелико. Имеет конец и число их встреч. Даритель, повстречав героя, либо пе-

редает ему волшебное средство или чудесного помощника, либо же дает совет, как вести себя в дальнейшем. Встреча героя с соперником всегда ведет к их борьбе... Словом, и тут есть шаблон, схема встреч, которую можно описать на языке формул и фреймов. И, пользуясь ими, поручить ЭВМ сочинение волшебных сказок.

## КОМПЬЮТЕР-СКАЗОЧНИК

Машина сочиняет сказку поэтапно. Сначала определяется, с кем будет встречаться герой. Затем происходит переход к смысловым глаголам. Если герой встретил дарителя, то фрейм этой встречи содержит глаголы: «идет», «видит», «просит сделать», «делает». Если герой встретил соперника, то глаголы фрейма будут: «отыскал», «убил» и тому подобные. Если герой получает награду, то глаголы опять-таки будут иными: «взял», «вернулись», «поженились».

На третьем этапе смысловые глаголы заменяются на глагольные фреймы. Фрейм «жил-был» связан с вопросами «где?», «когда?», «кто?». Фрейм «имел» — с вопросами «кто?», «кого?». Фрейм «унес» — с вопросами «кто?» и «кого?».

Наконец, заполняя вопросные слова глагольных фреймов, а попросту говоря, отвечая на вопросы фрейма (кто? кого? когда? и т. п.), мы получаем текст сказки. Компьютеру, запрограммированному советскими учеными Д. А. Поспеловым, М. Г. Гаазе-Раппопортом и Е. Т. Семеновой, понадобилось 12—15 минут, чтобы сочинить такую волшебную сказку:

«В некотором царстве, в некотором государстве жил-был царь. Царь имел жену. Налетел дракон, унес жену. Пошел сын искать мать. Встретил младший сын старушку. Попросила старушка помочь ей. Помог младший сын старушке. Дала старушка младшему сыну медное колечко.

Пошел младший сын дальше. Встретил младший сын старенькую старушку. Попросила старушка помочь ей. Помог младший сын старушке. Дала старушка младшему сыну серебряное колечко.

Пошел младший сын дальше. Встретил младший сын совсем старенькую старушку. Попросила старушка помочь ей. Помог младший сын старушке. Дала старушка младшему сыну золотое колечко.

Пошел младший сын дальше. Встретил младший сын гору. Достал млад-

ший сын медное колечко. Расступилась перед младшим сыном гора.

Пошел младший сын дальше. Встретил младший сын лес. Достал младший сын серебряное колечко. Расступился перед младшим сыном лес.

Пошел младший сын дальше. Настиг младшего сына дракон. Первый день младший сын сражался с драконом. Не победил младший сын дракона. Второй день младший сын сражался с драконом. Не победил младший сын дракона. Третий день младший сын сражался с драконом. Победил младший сын дракона.

Взял младший сын мать. Вернулся младший сын с матерью домой».

Вот другая сказка, также сочиненная компьютером:

«Давным-давно в одном городе жили-были муж с женой. Муж с женой имели двух дочерей. Мать не любила падчерицу Василису. Мать отправила Василису к Бабе-Яге.

Встретила Василиса яблоню. Дала Василисе яблоня совет. Пошла Василиса дальше. Встретила Василиса речку. Дала речка Василисе совет. Пошла Василиса дальше. Встретила Василиса печку. Дала печка Василисе совет.

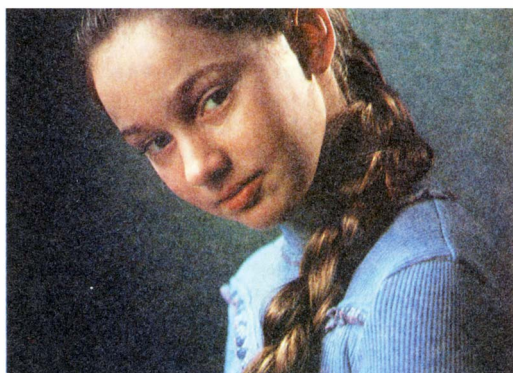
Пришла Василиса к Бабе-Яге. Баба-Яга задала Василисе первую работу. Выполнила Василиса первую работу. Задала Баба-Яга Василисе вторую работу. Выполнила Василиса вторую работу. Баба-Яга задала Василисе третью работу. Выполнила Василиса третью работу.

Освободила Баба-Яга Василису от мачехи. Вернулась Василиса домой».

Это лишь первые опыты сочинения сказок с помощью компьютера. Программа совершенствуется — значит, лучше, красочней станут и тексты машинных сказок. Они будут более связными, так как отдельные фразы включают особые соединительные слова. Например, в сказке о Василисе фраза «Пришла Василиса к Бабе-Яге» звучит так: «Долго ли, коротко ли, но пришла Василиса к Бабе-Яге».

Персонажи машинных сказок — младший сын, Василиса, дракон, Баба-Яга — безлики. Создан специальный фрейм, который будет превращать





Омонимы слова «коса».

их в действующие лица, наделенные различными характеристиками. Баба-Яга станет Бабой-Ягой костяной ногой, младший сын превратится либо в Ивана-дурака, либо в Ивана-царевича, дракон — в Змея Горыныча, в чудище о трех головах.

Изложение сказки может вестись машиной и в стихах, подобных тем, что компьютер сочинял, моделируя поэзию скальдов. Достаточно, например, отобрать односложные слова — названия персонажей сказок (царь, сын, дочь, змей, волк), чудесных даров (лук, меч, перл и другие), смысловые глаголы (дал, мчал, взял и т. п.) и затем программу сочинения стихов-брахиколонов, каждая строка которых состоит из одного односложного слова, соединить с программой сочинения волшебных сказок. Тогда мы получим текст стихотворной сказки, наподобие этого:

Жил-  
был  
царь  
встарь.

Зол  
был,  
как  
псарь...

Продолжение такой сказки будет связано либо с дочерью царя, либо с драгоценностью — «лалом» или «перлом», которые похищает «враг», «Змей», «Змий» (ведь имена всех персонажей должны укладываться в жесткую рамку односложных слов).

«Формулы сюжета» сказок могут пригодиться и для написания скальдических стихов, имеющих сюжет, с помощью ЭВМ.

Но зачем, собственно говоря, заставлять компьютер сочинять сказки



в стихах или прозе? Писать скальнические стихи? Да и вообще, зачем нужно машинное творчество? Неужели кибернетики всерьез собираются заменить людей-творцов машинами?

Разумеется, нет!

### ЧТО ПРОИСХОДИТ В «ЧЕРНОМ ЯЩИКЕ»?

С помощью ЭВМ можно по той или иной программе сочинять музыку, стихи, сказки. Если программа груба и неточна, такого же низкого качества будут написанные компьютером мелодии, стихи и сказки. Программа совершенствуется, усложняется — совершенней и продукция машины. Но речь идет не о создании шедевров искусства (их самые одаренные сыны человечества творят в наилучшие минуты своей жизни), а о познании того, каким же образом работает мозг человека, решающий творческие задачи.

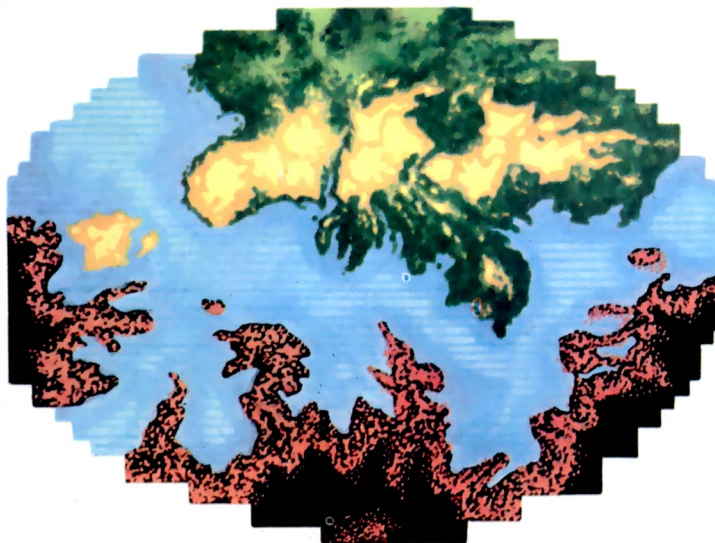
Возьмем самый простой пример: поиск слова. Как отыскивает его ЭВМ, скажем, при машинном переводе? Она механически перебирает слова в своей электронной памяти, сверяя их со словом-эталоном. И делает это до тех пор, пока не найдет полного сходства. А как ведет поиск нужного слова мозг человека, пишущего стихи? Этого мы не знаем. Ясно лишь, что поиск тут идет по совершенно

ным правилам, во сто крат экономнее машинного алгоритма.

Мы с легкостью отыскиваем слова по окончаниям, когда нам нужно подыскать рифму. Не менее легко найдем слово, начинающееся с заранее заданной буквы. В современной поэзии рифмуют не обязательно окончания слов, рифма как бы сдвинута к началу и середине слова (например, у Евтушенко: «капают — Карпова» и т. п.). Значит, наш мозг может вести поиск слов не только по окончаниям, но и по «серединкам». Стихи-перевертны требуют прочтения слов задом наперед — и человеческий мозг справляется с этой формальной задачей.

А ведь это лишь звуковая оболочка слова. Мы же пользуемся и не познанными до конца алгоритмами поиска слов по смыслу. Надо, например, подыскать синоним к слову «черный» — и тут же мы назовем «темный». С такой же легкостью приведем слово, противоположное по смыслу — «белый». Можем мы назвать и слова-омонимы, разные по смыслу и одинаковые по звучанию: «лук», «коса», «заяц» и другие.

Но как ведет поиск мозг поэта, если он имеет дело и со звуком, и со смыслом? Каким непостижимым образом «упаковать» слова с их звуковыми оболочками и «пучками смыслов» в нашей голове? Эти секреты «черного ящика» еще предстоит раскрыть.

АЛЛО,  
РОБОТ!

## ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АВТОМАТ

Вычислительные машины, как мы уже говорили, могут составлять самые различные словари: обратные, частотные, словари языка писателей и словари поэтических рифм. Компьютеры помогают переводчикам. Человек начинает вести осмысленный диалог с ЭВМ, пусть в отдельных, ограниченных сферах.

Не так давно в печати появилось сообщение об электронном редакторе, созданном группой специалистов из американской компании «Белл». Он «умеет писать обстоятельные комментарии, краткие обзоры, способен оперативно редактировать статьи». В компьютер заложено 23 программы.

С их помощью он исправляет ошибки, допущенные в тексте, сокращает длинноты, улучшает неудачные выражения, «борется» с канцелярским языком. И всегда готов обосновать свою «точку зрения», стоит только нажать кнопку. Ибо в памяти машины хранятся богатейший словарь и правила грамматики.

Все это — дело наших дней. В будущем, конечно, компьютер достигнет еще больших успехов. Научится четче и гибче анализировать сведения, которые получает. Увеличит свой словарь до сотен тысяч слов. Сможет безошибочно переводить стандартные патенты и другие документы.



*В нашей стране и за рубежом появились электронные редакторы, помогающие специалистам в работе над текстами.*

Почти полностью заменит труд переводчиков научно-технической литературы: за человеком останется роль диспетчера, корректировщика перевода. Компьютер станет надежным помощником корректоров и редакторов газет, книг, журналов.

Ученые работают над созданием универсального лингвистического автомата. Программы искусственного интеллекта позволяют ему перерабатывать сведения не механически, а «творчески»... Но лингвистический автомат имеет дело лишь с письменными текстами. Даже самый оторванный от жизни человек, которого называют книжным червем, знает об окружающем мире не только из книг. И языку он учился не только по книгам. У него есть глаза и уши, есть жизненный опыт. Это не «голый мозг», а живой человек. А вот универсальный лингвистический автомат, несмотря на все свои совершенства, никакого представления не имеет о жизни,

сложной, многоликой, многообразной, не подвластной жестокой логике «да» или «нет».

За всяким текстом, кто бы его ни переводил, человек или ЭВМ, стоит действительность. Реферат, каким бы блестящим он ни был, требует, в конце концов, не простого краткого пересказа содержания, но и оценки статьи: верна она или нет, можно ли доверять выводам ее автора или нельзя? За сложными и тонкими схемами, по которым работают программы искусственного интеллекта, скрываются мысль и опыт человека. Это он плетет смысловые, семантические сети и заставляет ЭВМ говорить с ним по-человечески.

Если бы мы могли снабдить компьютер руками и ногами, чтобы он не был «голым мозгом», а имел бы, подобно человеку, возможность двигаться, совершать действия, воспринимать информацию о мире не только через телетайп или другие устройства!



Если бы... Но ведь такая возможность у компьютеров есть. Ее дают механические слуги человека — роботы.

### «МЕХАНИЧЕСКИЕ ЛЮДИ»

В детстве я читал о полетах на Луну, Венеру, Марс в произведениях фантастов. Тридцать лет назад это казалось делом далекого будущего. Теперь полеты к планетам нашей Солнечной системы — сообщения ТАСС, а не эпизоды из книг серии «Библиотека приключений и научной фантастики». Реальностью становятся и другие идеи, высказанные авторами научно-фантастических произведений.

В начале пятидесятых годов американский ученый и писатель-фантаст Айзек Азимов написал книгу «Я, робот», где говорилось о несуществующей науке робототехнике и ее законах. Не прошло и двух десятков лет, и известный английский кибернетик Дж. Ф. Янг в книге «Робототехника» (научной, а не фантастической) сказал о законах, сформулированных Азимовым: «Их изначальная формулировка, пришедшая из художественного произведения, все еще может служить полезным конструктивным руководством для инженера-кибернетика».

Сама история слова «робот» — наглядный пример того, как недавняя фантастика становится реальностью. В пьесе «Р. У. Р.» написанной в начале двадцатых годов нашего века, чешский писатель и драматург Карел Чапек изобразил «искусственных людей». Их делали на фабриках, а затем продавали на шахты, рудники, плантации. «Людей» этих Чапек по совету своего брата, художника Йозефа, называл роботами — от славянского корня «роб», «работа». Слово «робот» из фантастической пьесы взято было на вооружение наукой и техникой. Ныне это термин, такой же, как «компьютер», «баллистическая ракета», «космический спутник», «синхронизатор».

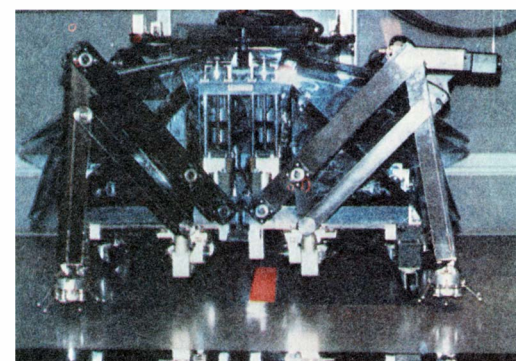
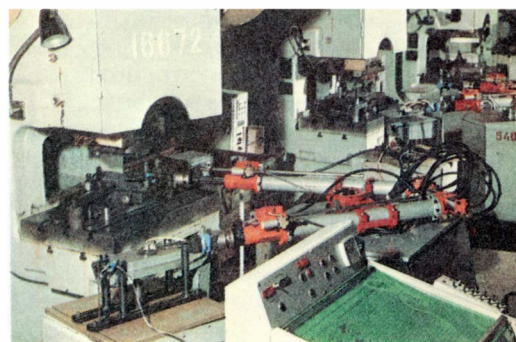
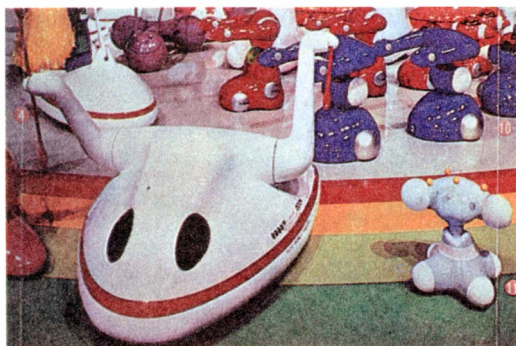
Мы не случайно поставили термин «робот» рядом с терминами киберне-

тики, космонавтики и ядерной физики. Создание роботов — одна из главных задач науки и техники XX столетия. О роботах, которые с каждым годом все больше и больше должны внедряться в производство, говорят многие важные документы, принятые за последние годы в нашей стране. Родившаяся тысячелетия назад мечта о механических слугах начинает воплощаться в жизнь.

Первые роботы, созданные еще до эпохи кибернетики, были опытными образцами. Как правило, они имели человеческий облик и имитировали некоторые действия людей, в том числе и речь. Достигалось это нехитрым способом: используя звукозапись, инженеры заставляли роботов воспроизводить слова и фразы. Подобного робота можно увидеть в советском фильме «Вратарь», снятом еще в тридцатые годы. Американский инженер Штейнер сконструировал примерно в те же годы «негритенка» — робота, который раздавал рекламные проспекты на оживленных улицах города, с помощью громкоговорителя расхваливал изделия фирмы.

В наши дни такие роботы стали еще более совершенными. Так, созданный недавно в США робот «Марк-2» умеет отвечать на вопросы, читать стихи, сопровождая их, с помощью специальных приспособлений — пневмомышц, гримасами, соответствующими смыслу текста, то есть «читать с выражением». На главной улице японской столицы, города Токио, в зале крупного универмага установлен робот, которому придали облик русалки. Чтобы привлечь внимание покупателей, робот-русалка играет на арфе, поет, декламирует стихи.

Но все эти поющие, говорящие, декламирующие стихи роботы — лишь дорогостоящие игрушки, которые показывают возможности современной электроники, кибернетики, робототехники. И разговор их — только имитация настоящей речи. Генеральная же линия робототехники наших дней — это создание механизмов, способных заменить людей на трудоемких или опасных работах в космосе и



под водой, в горячих цехах и на конвейерах, у атомных реакторов и у доменных печей. Именно для таких работающих роботов, а не роботов-игрушек ученые создают программы, которые позволяют человеку вести диалог с ними не на машинном, а на естественном языке.

Промышленные роботы появились в начале шестидесятых годов. Сейчас они выполняют сотни различных работ: сваривают кузова машин, собирают часовые механизмы, подвозят врачам необходимые инструменты, заменяют прядильщика и так далее. Число подобных роботов растет из года в год. Чтобы робот овладел человеческими профессиями, его начинают наделять искусственными органами чувств: телекамера служит глазом, микрофон — ухом. Роботы получают не только механические руки-манипуляторы, но и «ноги» — вспомните советский луноход и другие аппараты-роботы, шагающие по «пыльным тропинкам далеких планет»!

Но самое главное — роботами начинает управлять электронный мозг компьютера. И все отчетливее встает проблема диалога человека и робота на естественном языке. «Генеральная линия нашего технического развития — использование новой технологии, автоматизация ее процессов — требует от науки все более совершенных средств управления, — говорит член-корреспондент АН УССР А. А. Стогний. — Подходит время, когда узкоспециализированная техника — станки с программным управлением, автоматизированные линии, даже роботы-манипуляторы исчерпают потенциал своих возможностей. Следующий этап — это автоматика, работающая не от нажатия кнопки, а воспринимающая команду с голоса человека, способная корректировать свою работу по устному указанию специалиста. По существу, сейчас создается новое поколение роботов. Оно в зна-

*Шагнув в жизнь со страниц фантастических произведений, роботы все больше осваивают сферу производства, овладевают самыми разнообразными профессиями...*



чительной мере изменит само содержание труда в машиностроении, энергетике, нефтедобыче, электронной и других отраслях промышленности».

Первые попытки диалога человека с роботом, а не просто электронным мозгом ЭВМ были сделаны в начале семидесятых годов нашего века.

## ДИАЛОГ С РОБОТОМ

Место действия: лаборатория искусственного интеллекта Массачусеттского технологического института. Время действия: 1971 год. Сцена действия: стол, на котором находится ящик, несколько кубиков и пирамид, окрашенных в красный, зеленый и синий цвет, различных по размеру. Персонажи: робот и повелевающий им человек-оператор. Электронный мозг робота отдает команды своей руке-манипулятору, когда понимает смысл приказа.

— Построй башню,— приказывает человек, печатая эти слова на теле-тайпе.

— Извините, я не знаю слова «башня»,— отвечает робот.

— Башня—это конструкция, содержащая два зеленых куба и пирамиду,— поясняет оператор.

— Понимаю,— отвечает робот.

— Есть ли сейчас башня на столе?— спрашивает человек.

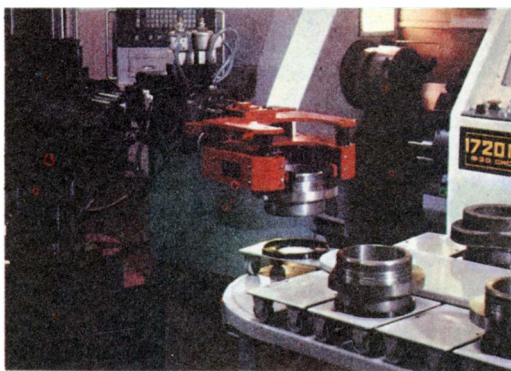
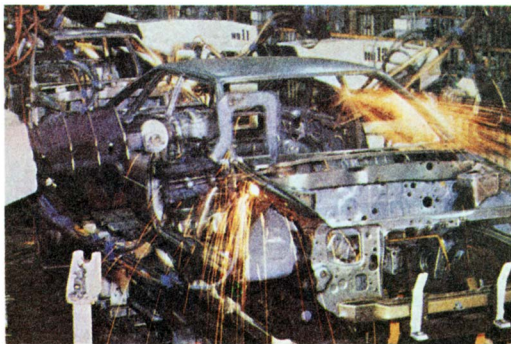
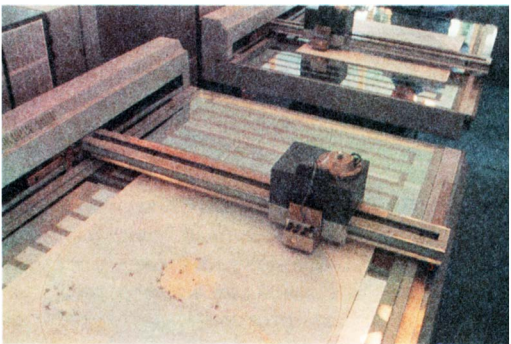
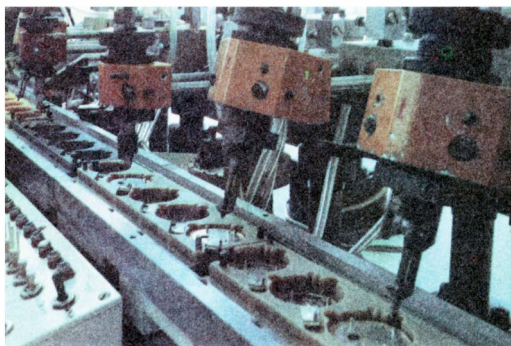
— Нет,— говорит робот.

— Построй ее,— отдает приказ оператор.

Теперь уже робот знает, что такое башня, и определяет порядок своих действий. Один из больших зеленых кубов надо освободить от стоящего на нем маленького красного куба и двух пирамид. Затем два зеленых куба нужно поставить друг на друга, а сверху на них установить высокую красную пирамиду.

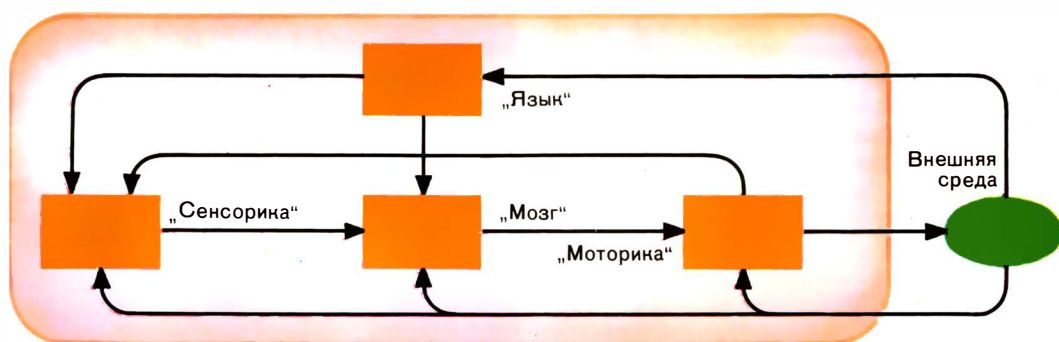
— Хорошо,— говорит робот и строит башню.

— Спасибо,— благодарит человек.



*...робот-часовщик, робот-чертежник, робот-сварщик, робот-манипулятор...*





Структурно-функциональная схема робота: «язык» — система связи с роботом; «сенсорика» — информационно-измерительная система; «моторика» — исполнительная система; «мозг» — управляющая система.

— Пожалуйста,— отвечает робот.

Точно так же, выполняя команды, которые он понимает, уточняя содержание задания, ему непонятного, робот своей механической рукой переставляет кубики и пирамиды, ставит их в ящик и вынимает из ящика.

Так работает программа, понимающая естественный язык, созданная американской исследовательницей Терри Виноград. Робот, следуя этой программе, может вести беседу на языке человека. Может узнавать и применять разговорные обороты вместо полных, развернутых предложений, свойственных письменной речи. Может правильно трактовать местоимения. Может, получив понятную команду, выполнить ее — и уточнить смысл команды, ему непонятной. Может, наконец, помнить свои предыдущие действия и знать их эффект.

— Трогал ли ты какую-нибудь пирамиду, перед тем как поставить зеленую на маленький куб? — спрашивает человек.

— Да, зеленую,— отвечает робот.

— Когда ты ее брал?

— Когда я ставил друг на друга красный куб, большой красный блок и большой зеленый куб.

— Зачем? — задает вопрос оператор.

— Чтобы избавиться от нее,— отвечает ему робот.

— А для чего ты сделал это?

— Чтобы освободить красный куб.

— Для чего ты очистил этот куб?

— Чтобы поставить его на большой зеленый куб.

— Для чего ты сделал это? — продолжает допытываться человек.

— Чтобы поставить друг на друга красный куб, большой красный блок и большой зеленый куб,— отвечает терпеливый робот.

— Зачем ты сделал это? — в который раз спрашивает человек.

— Потому что вы меня попросили,— отвечает робот.

Для ориентации во внешнем мире робот должен иметь не только манипуляторы и органы чувств, но и модель этого мира, своеобразный «внутренний мир». Конечно, у робота Терри Виноград «внутренний мир» был очень прост. Он ограничивался столом, ящиком, пирамидами, блоками, большими и малыми кубиками, окрашенными в три цвета. Зато робот мог действовать в этом мире, выполняя приказы, которые человек давал на своем языке!

## «ЛИНГВИСТИКА ДЛЯ РОБОТОВ»

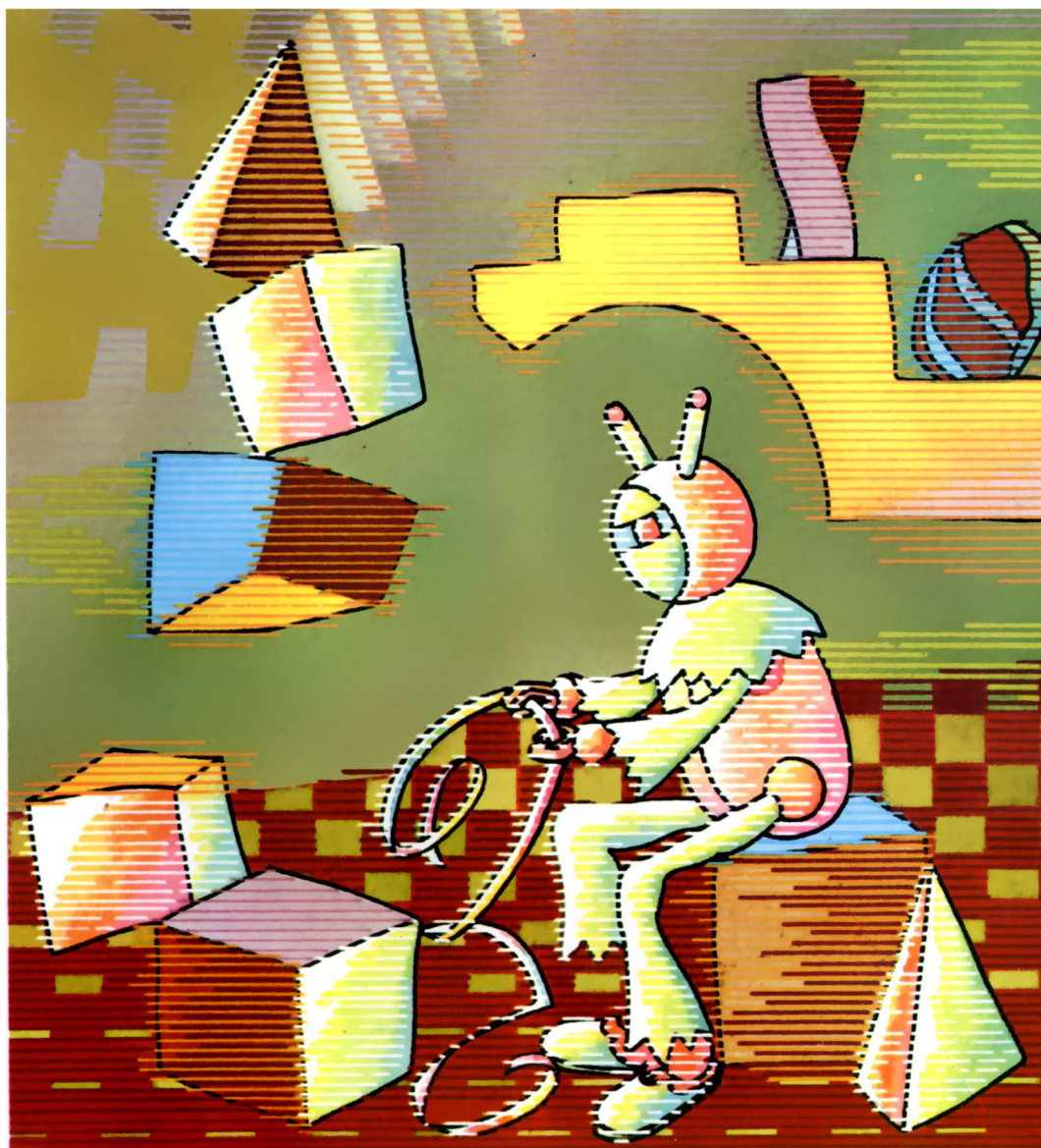
Язык, на котором робот отдает команду своим рукам-манипуляторам, на котором воспринимает информацию из внешнего мира и формирует свой собственный «внутренний мир», отличается от нашего человеческого

языка. Это язык четкой логики, формул, исчислений, структур.

Мы делим время на прошедшее, настоящее, будущее. В других языках система времен сложнее: там есть «условные будущие», «продолженные прошедшие» и тому подобные времена. Есть в языке и, так сказать, безвременные фразы вроде «Земля

круглая» или «Человек смертен» (наша планета была круглой, сейчас круглая и будет круглой; человек был смертен в прошлом, смертен в настоящем и будет смертен в будущем). Для роботов математики создали особый раздел логики — временную. Время распределяется по трем шкалам. Одна, абсолютная, указывает, что та-

*Роботы третьего поколения, оснащенные электронным мозгом, обретают простейшие навыки самостоятельных действий.*



кое-то событие произошло по такому-то календарю. Или точно фиксирует начало и конец действия. Вторая шкала — относительная. Она может смещаться в зависимости от того, кто говорит, кто производит действие (пять минут назад я только хотел написать эти строки, сейчас их написал, а для читателей они уже написаны). Третья шкала — неопределенная, ее выражают такие слова, как «бывает», «давным-давно», «давно», «когда-нибудь», «некогда» и им подобные.

Это лишь предпосылки. Из них выводятся различные теоремы, правила вывода о времени события и многое другое... Но как все это перевести на язык людей? Ведь каждый из человеческих языков имеет свои «национальные» координаты времени. И не только времени, но и пространства. Это — задача новой дисциплины, называемой «лингвистика для роботов».

Уже сейчас создаются программы делового диалога между оператором и роботом, управляемым электронным мозгом компьютера. Так, одна из шведских фирм начала производство нового промышленного робота для точечной сварки, который программируется на естественном языке. Диалог между оператором и ЭВМ ведется с помощью портативного блока программирования. Мозг робота, компьютер, высвечивает на экране вопросы, и они могут формулироваться на разных языках: английском, французском, шведском (если оператор — англичанин, то на английском, если швед — на шведском). Иными словами, робот разговаривает с человеком-оператором по-человечески.

Оператору же удобнее отвечать роботу на языке, понятном механизму. То есть не словами, а нажатием кнопок на пульте управления. Получив команду от человека, рука робота, манипулятор, совершает нужные действия. Таким образом, диалог человека с роботом ведется как бы на двух языках — естественном и машинном, «кнопочном». А это позволяет уменьшить время программирования на 20 процентов по сравнению с чисто кнопочным управлением.

Возможен ли диалог человека и робота не на двух языках — человеческом и «кнопочном», — а на одном? И не в письменном виде, через телетайп или экран дисплея, а посредством команд, подаваемых человеческим голосом?

Вспомним начало нашей книги, главу «Когда откроется Сезам?». Обучить компьютер пониманию устной речи необычайно трудно. Возможно, успех придет лишь тогда, когда собеседником человека будет не ЭВМ, а именно робот. Первые опыты в этом направлении уже ведутся.

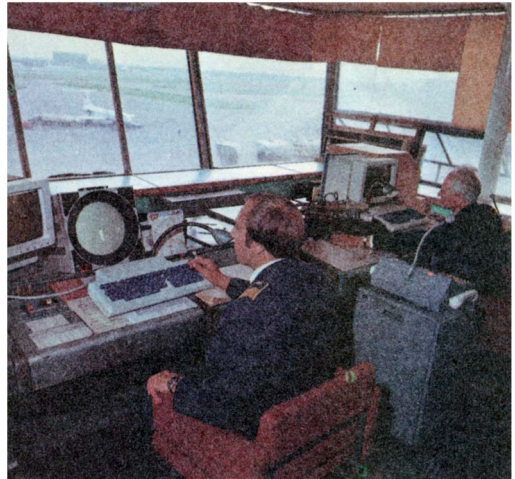
Наш мозг воспринимает поток непрерывных звуков, когда мы слышим человеческую речь. Этот поток членился на определенные слова. Узнавать смысл слов помогают «атомы смысла», фонемы. Распознать же фонему мы можем лишь тогда, когда понимаем, о чем идет речь. То есть у нас есть своеобразный фрейм, смысловая схема. Есть понимание ситуации — отсюда и соответствующее понимание фонем, слов, фраз... Может быть, и для робота надо делать такую же модель ситуации?

В американском университете Карнеги-Меллона более десятка лет назад был проведен такой опыт. Человек играл с машиной в шахматы, называя свои ходы вслух. Слова он произносил не слишком четко. И компьютер узнавал их лишь после того, как анализировал положение на доске.

Здесь, кстати, произошел забавный случай. Человек, играя с машиной, сказал компьютеру, что двигает пешку на поле королевы. Но эти слова, произнесенные нечетко, можно было понять и как ход пешки на поле короля. Компьютер изучил позицию на доске... и ход пешки на поле короля показался ему более разумным. Машина решила, что человек идет пешкой на поле короля, хотя на самом деле было сказано «на поле королевы»!

Программы, позволяющие роботу общаться с человеком с помощью устной речи, разрабатываются не только для игр, но и для решения практических задач. Робот «Язон», созданный в Калифорнийском универ-





*В современном аэропорту роботы могут подстраховывать диспетчера во время его переговоров с пилотами.*

ситете, предназначен для уборки цехов предприятий. Он распознает около двухсот слов английского языка со скоростью одно слово за две секунды, то есть произносимых медленно. И сам может воспроизводить, с помощью особого устройства, два десятка английских слов.

Для обучения учащихся в профессиональных училищах процессам сборки в Стенфордском исследовательском институте разработан специальный робот. Он распознает вопросы учащихся, заданные на упрощенном английском языке. Ответ же робота может быть дан в двух видах: он либо направляет луч лазера на ту или иную деталь, либо отвечает по-английски, синтезируя слова вроде «о'кей» (хорошо) или «хау?» (как?).

Роботы, ведущие разговор с человеком не только через телетайп, но и с помощью устной речи, создаются и в нашей стране. Таков, например, робот, страхующий действия диспетчера в аэропорту.

### РАЗГОВОР «ЗЕМЛЯ — ВОЗДУХ»

Взлетом и посадкой самолетов, как известно, руководит диспетчер. Он ведет переговоры с пилотами воздуш-

ных лайнеров. Переговоры эти самые что ни на есть ответственные. Малейшая неточность, оговорка, недопонимание — дело может кончиться катастрофой. А ведь диалог между диспетчером и пилотом идет под шум моторов самолета, в эфире могут быть различные помехи. К тому же в международных аэропортах страны, вроде Пулково или Шереметьева, наши диспетчеры переговариваются и с иностранными экипажами, для которых русский язык чужой.

Было подсчитано, что скорость передачи информации в разговоре диспетчера и пилота в двести—триста раз меньше, чем при очень быстром разговоре. Но и при такой медленной скорости никто не гарантирован от ошибок. Вот почему диспетчера в крупных аэропортах должны подстраховывать роботы.

Реакция робота мгновенна, в исправном состоянии он никогда не совершит ошибки. Но как научить его понимать переговоры диспетчера и пилота? Если он сможет делать это, надежная страховка обеспечена. Робот молниеносно воспримет команду диспетчера, тут же проконтролирует, правильно ли выполнил ее пилот. А если есть необходимость, поправит

пилота или самого диспетчера. Все дело, таким образом, в понимании разговора человека с человеком — понимании его роботом.

Научить страхующего робота пониманию попытались исследователи из лаборатории инженерной лингвистики Ленинградского педагогического института имени А. И. Герцена. Речь диспетчера, как и речь любого другого человека, имеет множество различных характеристик. Они зависят от особенностей личности, настроения, усталости и так далее. Добавьте к этому помехи, неизбежные при всяком разговоре «земля — воздух». Что делать в такой ситуации? Подстраивать систему под голос того или иного диспетчера? Но если он заболит, переменит работу, охрипнет, разволнуется и отдаст команду «не своим голосом»?

Ленинградские ученые пошли иным путем. Они построили фрейм, определив ситуации, которые могут возникнуть при взлете и посадке самолета. Эту схему-фрейм поместили в память робота. На нее он и ориентируется, услышав то или иное слово при переговорах.

Электронное ухо робота принимает поток звуков. Как выделить в нем «атомы речи», отдельные фонемы? Аппаратура позволяет разделить звуковой поток на согласные и гласные. Но нельзя с ее помощью точно узнать, какая именно гласная или согласная произнесена. Команду «на курсе» робот может принять и как команду «посадка». Ведь здесь равное число согласных и гласных звуков. И чередуются они в том же самом порядке. Поэтому робот начинает действовать по этапам.

Прежде всего он выясняет, какие из фонем могут стоять в определенной позиции: в начале слова, в середине, в конце. Как правило, здесь есть несколько кандидатов (например, фонема может быть и «о» и «а», так как набор звуков, их образующих, сходен).

Далее идет проверка «на слово»: может ли встречаться та или иная фонема в словах, что входят в команду

диспетчера или в ответы пилотов? Команды, в свою очередь, проверяются «по смыслу» — сравниваются с реальной ситуацией в аэропорту.

Самолет начинает взлет с полосы. Внешне сходные команды «посадка» и «на курсе» робот, благодаря фрейму понимающий ситуацию, никогда не спутает. Речь может идти лишь о команде «на курсе», никакой посадки при взлете лайнера быть не может. Точно так же не спутает робот похожие звучащие слова «рассада», «засада», «досада», «осада», «глиссада». Ведь только последнее слово — «глиссада» — употребляется диспетчером, управляющим взлетом и посадкой самолетов.

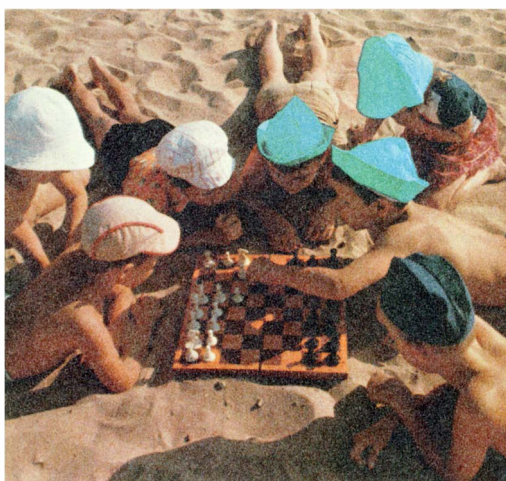
Тематика разговора диспетчера и пилота строго задана. Можно построить ее схему, фрейм. Видимо, такие же фреймы будут строиться для роботов, находящихся в космосе, на дне морском, на транспорте и производстве. Чтобы понять речь человека, обращенную к нему, робот работающий должен стать и роботом думающим. Иными словами, надо обучить его электронный мозг не только языку, но и поведению, той действительности, которую язык отражает.

## ОТ РОБОТОВ — К ПЕРВОИСТОКАМ

Ученые строят модели языка, описывая их на языке же. Мы изучаем иностранный язык, используя знания своего родного языка. Когда в школе мы постигаем премудрости грамматики, мы опять-таки уже знаем язык — и остается лишь осознать это знание, сформулировать его. Ну а когда мы получаем «первичное знание», в раннем детстве? Когда в наш мозг закладываются все наши особенности поведения, которые в более старшем возрасте сформируют характер, все наше подсознательное, неосознаваемое знание языка, которое мы начинаем понимать потом, обучаясь грамоте и грамматике? Что позволяет ребенку овладевать языком?

Разумеется, его собственный опыт.





*Овладевать языком детям помогает окружающий их мир, обладающий цветом и запахом, весом и звуком.*



Тот мир, в котором он живет и действует. Мир, обладающий цветом и запахом, весом и звуком. Ребенок, обучаясь человеческой речи, имеет как бы два языка: один язык — словесный, другой — «язык», данный ему в ощущениях, движениях, действиях.

Видимо, и робот, наделенный органами чувств и искусственным интеллектом, только тогда по-настоящему начнет говорить с нами по-человечески, когда будет не зубрить слова, подобно попугаю или лингвистическому автомату, а узнавать значения слов через практику, действие или описание. Вспомните программу, понимающую естественный язык. Роботу предлагают построить башню. Он спрашивает, что это такое. Ему дается описание башни — словами, доступными его «внутреннему миру», состоящему из понятий о ящиках, блоках и пирамидах. И тогда робот выполняет задание — строит башню.

Прежде казалось так просто, так естественно — овладеть языком своим или чужим: владеют же им все люди планеты, независимо от того, кто их родители, грамотны они или нет. Во все века, в век камня и в век бронзы, в железном веке и веке пара и электричества — XIX столетии, — люди с раннего детства учились языку, учили ему своих детей и не задумывались о том, каким же образом мы по-

стигаем это чудо, принадлежащее нам всем.

Но вот настал XX век, век кибернетики, роботов, атома и космоса. Человечество получило электронный мозг ЭВМ с огромной памятью и фантастическим быстродействием, роботов с их стальными мускулами, датчиками и манипуляторами. Начался диалог между человеком и машиной... И тут-то выяснилась вся невероятная сложность нашего обычного человеческого языка. Наука XX столетия, вооруженная числами, электронными вычислительными машинами, научно-исследовательскими институтами и лабораториями, изучающими язык, не может сформулировать те правила, которые мы все знаем интуитивно, говоря друг с другом. И не потому, что слаба наука, — история языкознания насчитывает не меньше славных имен, чем история физики, биологии, математики. Все дело в гибкости, сложности, тонкости языка, нашего повседневного чуда.

Быть может, ключ к «формулам чуда» надо искать в детской речи, на первых этапах овладения языком? Многие ученые полагают, что изучение речи детей приносит пользу не только педагогам, родителям, воспитателям яслей и детских садов, — знания о лепете ценны и для конструкторов роботов, которые должны вести диалог с человеком на его языке.



## КАК МАЛЫШ ОБОГНАЛ КОМПЬЮТЕР

У меня родился сын — Саша. С первых же дней его жизни я стал вести наблюдения: мне хотелось узнать, как Саша научится говорить.

Первое время Саша лишь кричал да плакал, подзывая маму или папу, или довольно чмокал. Потом он начал издавать звуки, самые разные. Это то, что няни называют «гуленьки» (да и в науке есть термин «гуление»). Напрасно с Сашей разговаривали папа и мама: Саша лишь таращил глазенки, видимо ничего не понимая. Хотя слушал он очень внимательно. Затем Саша стал лепетать. Это были смешные слова на младенческом языке: «абузи», «укабыла» и в том же духе.

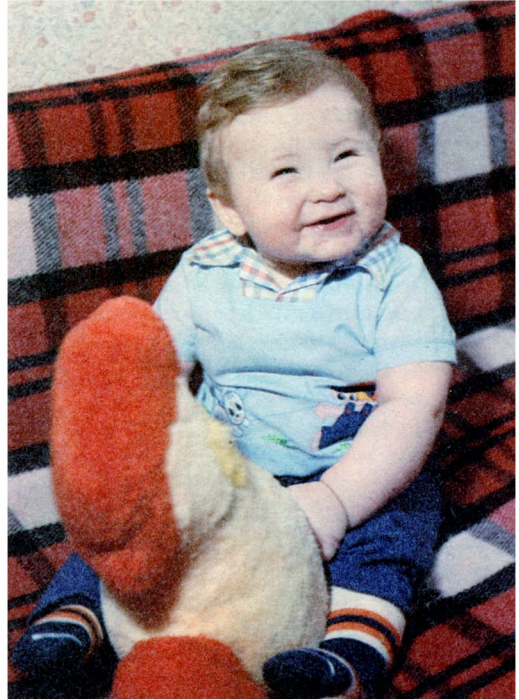
Наконец Саша научился говорить «папа» и «мама». Появились и другие слова, не совсем обычные. Кошки у него были «кии», то есть «киса», корова — «муу», свои требования он выражал энергичным «нядя!» (надо!). Едущая машина именовалась «би-би», собака — «ав-ав». Посетив зоопарк, годовалый Саша заметил в нем только слона, которого также звал «ав-ав».

Когда Саше исполнилось полтора года, я составил словарь: записал слова, которые он знает. Список получился большой, около 150 слов. Тут были имена собственные: мамы Тани и бабушки Томи, собаки Дины и куклы Кати. Были названия разных пред-

метов, одежды, зверей. Многие звуки были малышу еще не под силу. Вместо «Саша» он называл себя «Та-та», глагол «спать» звучал как «пать», просьба взять на ручки — «ючки», утюг именовался «тюк», а рукавички — «кавички».

В два года Саша одолел трудный звук — «р». Да с таким успехом, что и звук «л» стал произносить как «р»: вместо «Лена» говорил «Рена», а вместо «лодка» — «родка». Полный словарь тех слов, что знал теперь двухлетний Саша, составить было трудно. К трем годам Саша употреблял многие сотни слов, а к пяти — несколько тысяч. Причем словарь его рос удивительно быстро. Услыхав от Саши слово «избушка» или «динозавр», я просто терялся: откуда он знает это, ведь я ему таких слов не говорил?

Вслед за названиями конкретных предметов и действий появились слова с абстрактным значением. К существительным и глаголам добавились прилагательные, местоимения, числительные, предлоги...



*«Мама» — слово, которое ребенок, как правило, произносит первым.*



В пять лет Саша очень хорошо говорил по-русски и даже учился иностранным словам. Никаких особых занятий с ним не велось. Саша и понятия не имел о существительных и глаголах, падежах и временах, о морфологии и синтаксисе. И тем не менее он научился говорить.

Таким же путем овладевают языком тысячи и сотни тысяч других маленьких детей. Быстро или медленно, картая или нет, но все они обучаются речи. Конечно, обучение на этом не кончается: впереди школа, работа, самообразование. Всю жизнь мы совершенствуем свою речь, пополняем словарный запас, овладеваем различными стилями речи (ведь со школьным приятелем мы изъясняемся иначе, чем с учителем или родителями). И все-таки основной навык говорения, или, на языке кибернетики, алгоритм речи, закладывается в нас в возрасте от од-





*Вести себя по-человечески ребенок учится с помощью других людей.*

ного до пяти лет. Причем, в отличие от машины, этот алгоритм не разработан кем-то заранее. Мы постигаем его сами, мы сами себя «программируем».

Родители ребенка могут быть учеными людьми и людьми неграмотными. Они могут говорить на великом, могучем русском языке или на полном странных щелкающих звуков, не имеющем письменности языке папуасов куку-куку, или на языке бушменов Калахари. Так или иначе, все представители рода человеческого, если у них нормальный слух, речевой аппарат и нет повреждений мозга, к пяти годам овладевают речью.

Каким же образом они это делают? Новорожденный, лежащий в колыбели, намного беспомощней и глупее компьютера. Почему же он за короткое время обучается языку, а мы тратим столько сил на обучение разговору по-человечески ЭВМ и достижения на этом пути пока что очень скромны?

## МУДРОСТЬ ЛЕПЕТА

Быть может, все дело в том, что человек рождается с навыками речи, заложенными в него самой природой? И говорить для нас столь же естественно, как дышать, плакать, смеяться? Конечно, никто не обучает новорожденных дыханию или плачу. Но без других людей младенец человеческой речью не овладеет.

Герой «Книги джунглей» Киплинга, мальчик Маугли, хорошо всем знаком. Человек, вскормленный волками, — не выдумка. Классической стала история индейских девочек Амалы и Камалы, проживших в стае волков много лет и взрослыми девушками вернувшихся к людям. Попытки обучить их нормальной человеческой речи к успеху не привели. Науке известны и другие случаи, когда маленьких детей вырастили дикие звери: волки, медведи, обезьяны, леопард. И эти дети джунглей, попав к людям, вели себя подобно вос-

питавшим их животным, издавали звериные крики. В лучшем случае удавалось обучить их произносить десяток-другой слов — и только. Так и ребенок, живущий в обществе людей, но не обученный к пяти годам речи, рискует остаться на всю жизнь косноязычным, умственно отсталым человеком. Видимо, в возрасте от года до

пяти в нашем мозгу откладываются программы языка, навыки говорения. Если мы пропустим это время, обучиться языку будет очень трудно, а то и просто невозможно.

Как происходит это обучение? Вспомним малыша Сашу. Каким образом он научился говорить? Подражая взрослым? Но ведь сам-то ребенок

*Дети, воспитанные дикими животными, ведут себя и «говорят» подобно им.*



не мог произнести многие звуки речи, сложные слова и фразы.

«Тата»,— называл себя Саша, глядя в зеркало, когда ему было не многим более года. «Саса»,— стал он говорить в возрасте двух лет.

— Так ты Саса?— спрашивал я его.

— Нет,— решительно отвечал маленький Саша.— Я — Саса.

Слово «Саша» он выговорить не мог. Но понимал, что он не «Саса», а «Саша».

— Ты Саша?— переспрашивал я.

— Да, Саса,— отвечал он.

Никакого подражания здесь нет. Дети с врожденными дефектами речи, став взрослыми, шепелявят или картавят до самой смерти. Однако они прекрасно понимают речь. И стало быть, подражание здесь ни при чем. «Ни на одной из стадий овладения языком, от первых односложных высказываний и вплоть до речи, подобной речи взрослых, модели детской речи, видимому, не являются подражанием услышанному,— пишут американские психологи П. Линдсей и Д. Норман.— Напротив, самое поразительное в речи детей — это ее новизна».

Те, кто читал замечательную книгу Корнея Чуковского «От двух до пяти», вероятно, помнят яркие примеры языкотворчества малышей. Ребенок видит вращающийся круг в парке и называет его «вертуном». Слово это он изобрел сам. Он слышит от папы слово «увертюра», собираясь смотреть по телевизору оперу-сказку «Волшебная флейта», и спрашивает: «Она вертится или ворчит?» Снова словотворчество, попытка осмыслить непонятное слово — но не механическое повторение.

Дети усваивают язык творчески, все они в период от двух до пяти маленькие новаторы и поэты. Это прекрасно показал в своей книге Чуковский. Это доказано исследованиями ученых.

Мы поправляем малыша, когда он делает ошибки. Но ведь не поощряем же правильное произношение конфеткой и не караем неправильное окриком. Мы сами, не говоря уже о детях, порой говорим неправильно. Попробуйте-ка записать речь на магнитофон,

а затем послушать ее. Как сильно она отличается от письменного текста! Всяческие «ну», «это», «гм» и другой балласт. Многие предложения построены не по правилам грамматики. Очень много слов «проглочено», произнесено скороговоркой («чеек» вместо «человек», «Ван Ваныч» вместо «Иван Иванович»). И все это слышит ребенок, учась говорить. Причем он общается с другими детьми, чья речь еще более искажена, чем речь взрослых.

Из всего этого хаоса, словесного винегрета малыш ухитряется сам, без помощи взрослых, извлекать правила фонетики, морфологии, синтаксиса. Хотя он и не имеет представления ни об академических морфемах и синтагмах, ни даже о школьной грамматике.

— Что это?

— Ручка,— следует ответ.

— Что я тебе даю?

— Ручку.

— Чем ты пишешь?

— Ручкой.

— О чем мы говорили?

— О ручке.

— А что такое падеж?

— Не знаю,— честно отвечает малыш. А между тем он правильно склонял слово «ручка», не ведая ни о падежах, ни о женском роде имен существительных, ни о единственном и множественном числе.

Маленький человечек за три-четыре года постигает сложнейшую структуру языка. Языка, все многообразие и сложность которого ученые начинают понимать лишь в последние десятилетия нашего века.

## УЧЕНЫЕ У КОЛЫБЕЛЕЙ

Многие папы и мамы записывают речь своих малышей, составляют маленькие словари. Некоторые из них годами ведут такие наблюдения за развитием речи ребенка. И их записи являются ценнейшим материалом для ученых — психологов, педагогов, лингвистов, а в последние годы — и кибернетиков.



Выдающийся лингвист Иван Александрович Бодуэн де Куртенэ говорил, что именно язык детей дает «толчки к существенным изменениям языка». И сам профессор из года в год, из месяца в месяц, изо дня в день на протяжении более трех десятков лет вел записи речи своих четверых детей. Он не только записывал слова, но и точно указывал, когда, где, почему это было сказано. Причем записи он делал не буквами, а знаками фонетической транскрипции, чтобы как можно точнее передать звучание детской речи.

Американка Руфь Вейр ежедневно, в течение нескольких месяцев, записывала на магнитофон речи, которые вел ее двухлетний сын Энтони перед тем, как заснуть в кроватке. Этих речей собралось так много, что хватило на целую книгу. Предисловие к ней написал Роман Осипович Якобсон, один из крупнейших лингвистов мира. «Вклад Энтони в лингвистическую теорию» — так назвал он свое предисловие.

Вклад в науку сделали и другие малыши. С помощью магнитофона ученые записывают звуки, которые издает младенец со дня рождения и до тех пор, пока эти нечленораздельные звуки не начинают превращаться в звуки человеческой речи.

Что же удалось выяснить лингвистам и психологам, изучающим детскую речь?

О том, что на свет появился новый человек, громко извещает крик новорожденного. Когда младенец голоден, он кричит. Когда его кормят — довольно гулькает. Никто не учил рычать тигренка, а котенка пищать. Точно так же никто не учил ребенка кричать и гулькать.

Но уже с первых недель своего существования, в отличие от животных, младенец как бы настроен на человеческую речь. И чем старше он становится, тем сильнее и точнее эта настройка. Ребенок реагирует на интонацию, пугаясь или радуясь. Он различает голоса, в первую очередь — голос мамы. А затем начинает понимать смысл отдельных слов.

Сам младенец еще не говорит. Он лишь совершенствует свой лепет. Сначала это «ааа», «иии» и тому подобные гласные звуки. Потом к ним прибавляются согласные. Но лишь те, что легче произнести. Позднее он овладевает и более сложными.

Правда, названия «гласные» и «согласные» — условные. Ведь звуки, что издает младенец, это еще не речь, а лишь ее сырье. Из него будет потом идти отбор звуков, нужных для речи. В разных языках мира они различны. А в колыбели младенческий лепет одинаков у всех детей мира.

Младенец-бушмен выбирает из своего лепета щелкающие звуки. Ведь щелкают, разговаривая с ним, его родители. Младенец-полинезиец, лепечущий так же, как и его ровесник — бушмен, учась говорить, «забывает» все многообразие согласных и пользуется, подобно его родителям, семью — десятью звуками. А младенец-абхазец, наоборот, использует все многообразие согласных лепета. И тоже начинает говорить, как папа и мама (в бзыбском диалекте абхазского языка имеется 80 согласных).

Первые слова, которым обучается ребенок, — это своеобразные «пучки смысла». У маленького Саши «пай-пай» означало и кошку, и меховую шапку, и мамины волосы, и глагол «погладить». Когда младенец говорит «дай» или «дать», это относится к любому предмету, который он хочет взять. Обычно это слово сопровождается жестом (я помню, как в течение целого месяца на вечерней прогулке годовалый Саша просил меня дать луну, протягивая к ней руки).

Затем начинается самый интересный, самый творческий период в овладении языком. Ребенок становится творцом слов, поэтом. И вот молоток именуется «колоток», милиционер-постовой — «улицционер», пилот самолета — «самолетчик».

«Идет кино», — говорят взрослые. «А куда оно идет?» — спрашивает малыш. «Часы отстали», — говорит мама. «От кого они отстали?» — уточняет сын.

Если маленький кот — это котенок,



*Ребенок овладевает речью, общаясь со взрослыми и детьми, бессознательно строя свою собственную «модель языка».*

а маленький слон — это слоненок, то почему не сказать «свиненок»? Но тут малыша поправляют: «Не свиненок, а поросенок». И у собачки не «собаченок», а щенок... Изучая иностранный язык, мы то и дело учим разного рода неправильные глаголы и тому подобные исключения из правил. У нас всегда есть возможность заглянуть в словарь или справочник, посоветоваться со знатоками. Ребенок же читать не умеет, о грамматике, написанной взрослыми, он и не слышал. Ему приходится самому творчески, активно решать, почему все-таки надо гово-

рить о маленькой собачке «щенок», а о котике — «котенок»; почему сын курицы — цыпленок, а дети утки или гуся — утята и гусята; почему надо говорить «я хочу», а не «я хотю» — ведь говорят же «мы хотим», а не «мы хочем»?!

Малыш проводит чудовищно большую работу — и успешно с нею справляется. В школе он фактически будет лишь повторять пройденное: осознавать то, что давным-давно уже усвоил подсознательно, интуитивно. Не будь фундамента лепета, обучение было бы невозможно.

Быть может, надо с ранних лет обучать детей и человеческому языку и языку компьютеров? Вести обучение не только с помощью традиционных, сложившихся в домашинную эру методов, но и широко использовать ЭВМ для того, чтобы изучать арифметику и другие дисциплины, включая и науку о языке?

## ДЕТИ, ЯЗЫК, ЭВМ

Первые электронные вычислительные машины имели огромные размеры. И пользовались этими ЭВМ для решения самых неотложных и важных задач. В наши дни благодаря успехам техники, в первую очередь микроэлектроники, компьютеры стали доступны широким слоям населения. В продаже появляются недорогие миниатюрные ЭВМ, способные выполнять математические расчеты, служить карманными словарями, запрограммированные на различные игры. Микро-ЭВМ, по словам президента Академии наук СССР Г. И. Марчука, «в обозримом будущем найдут применение в более чем 200 тысячах различных видов устройств и установок промышленности и бытовой техники. А это уже техническая революция!»

Техническая революция, связанная с ЭВМ, затронула и школу. «Мы уже не получаем знаний как таковых — мы получаем доступ к знаниям компьютера. Таким образом, информатика становится посредником между человеком и знаниями. В США на этой основе уже создан ряд школ, где обучение основным навыкам чтения и арифметики ведется при помощи компьютеров и где они также выполняют другие функции, которые раньше входили в круг обязанностей учителя. В результате улучшилась методика работы в школе: теперь учащиеся не просто решают задачи, а совершенствуют программы их решения. Реальные преимущества компьютера заключаются не в его возможности решать задачи, а в том «мышлении», ко-

торое находит отражение в программировании. Это «мышление» состоит из разбивки данной операции на ряд команд, поступающих непосредственно в компьютер».

Эти слова принадлежат не педагогам или кибернетикам. Так пишут французские школьники Оливье Глисан (14 лет), Жан-Кристоф Майар (15 лет) и Марк Верт (16 лет), учащиеся лицея Луи-ле-Гран в Париже, в статье, опубликованной в журнале «Курьер ЮНЕСКО» Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры. А главная редакция этого журнала весьма авторитетно заявляет: «Опыт показывает, что во всем мире дети, независимо от их социального происхождения, увлекаются вычислительной техникой и легко управляют с устройствами, на которые многие взрослые все еще смотрят с недоверием».

С какого возраста ребенок сумеет постигнуть премудрости программирования? Быть может, обучение чтению и письму следует соединять с первыми навыками составления программ? Эти вопросы уже начинают ставить перед собой ученые. Ведь не за горами то время, когда миниатюрные компьютеры станут такими же обычными предметами обихода, какими являются для нас сейчас часы, телефон, радиоприемник (по оценкам экспертов, к концу 1980 года в мире использовалось около 250 миллионов микро-ЭВМ, а к 2000 году их число должно возрасти до 5—10 миллиардов, то есть значительно превысит число людей, живущих на Земле).

Вот что рассказывает Роберт Лоулер, научный сотрудник Всемирного центра вычислительной техники и развития человека, находящегося в Париже. Участвуя в разработке одного из машинных языков, Лоулер стал наблюдать, каким образом ежедневный доступ к ЭВМ двух его детей, одному из которых было шесть, а второму восемь лет, влиял на изучение ими начального курса арифметики. А затем с компьютером стала иметь дело младшая дочь, трехлетняя Пегги. Читать и писать она, естественно, в



этом возрасте не умела — знала лишь несколько букв, которые связывала с той или иной картинкой или именем («А» — арбуз, «М» — мама, «П» — папа). Лоулер решил создать с помощью компьютера своеобразный букварь.

Наши обычные буквари соединяют картинки и большие печатные буквы, их сопровождающие. Нарисован барабан — и написана буква «Б»; нарисована собака — и написана буква «С» и так далее. В компьютерном букваре связь с буквами была обратной: не рисунок давал ключ к букве, а, наоборот, ввод буквы давал на экране изображение. «Вместо того чтобы по изображению узнавать букву, Пегги могла сначала нажимать любую букву на клавиатуре и видеть соответствующую картинку, а затем, если эта картинка интересовала ее, выяснить название буквы, — пишет Лоулер. — Она управляла процессом своей учебы. Она могла учить то, ЧТО хотела, КОГДА хотела, и могла обращаться за советом и информацией, если ОНА решала, что НУЖДАЛАСЬ в этом».

Играя с «азбучным микромиром», созданным на экране компьютера, за шесть месяцев, не достигнув и четырехлетнего возраста, Пегги научилась читать и писать!

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ «МИКРОМИРЫ»

Чтобы научиться чтению, простого знания букв недостаточно. Вслед за «азбучным микромиром», появлявшимся на экране компьютера, в котором та или иная картинка порождалась соответствующей буквой, Лоулер создал «пляжный микромир». На переднем плане на экране были волны и берег, далее шли трава, дорога, опять трава и на самом верху — облака. На этом фоне Пегги могла изображать предметы, а затем, давая команды компьютеру, изменять их положение в «пляжном микромире».

Например, она нажимала на клавиши, образуя слово «солнце», и на волнах появлялся желтый круг. Набрав на клавиатуре слово «вверх», она поднимала солнце выше, к изображениям облаков. Буквы, составляющие слово «машина», давали на экране контуры автомобиля. Теперь Пегги могла, набрав то или иное сочетание букв, перемещать машину вверх или вниз (команды «вверх» и «вниз»), приводить ее в движение командой «движение», задавать направление и скорость с помощью команд «поворот», «медленно», «быстро», «быстрее», останавливать командой «стоп»... И в результате научилась читать и писать

*Пегги вводит домик в компьютерный микромир... Вот он появился на экране дисплея!*





*В экспериментальной школе города Дакара — столицы Сенегала — дети обучаются чтению и письму с помощью микро-ЭВМ.*

около двух десятков слов, обозначающих предметы и команды.

«В прошлом слова для чтения всегда были знаками алфавита, призванными вызывать определенный образ. Для Пегги они, кроме того, были указанием, как ввести команду в компьютер,— пишет Лоулер.— Обучение чтению с печатных форм неизбежно является для ребенка пассивным процессом. Слово в книге символизирует значение, которое ему придают другие. Пока дети не начнут писать, они не могут использовать написанные слова в своих целях. Микрокомпьютеры с самого начала объединяют чтение и письмо. Слово, которое Пегги может прочитать, она также может воспроизвести в интересующем ее компьютерном выражении. Для нее изучение алфавита стало, скорее, похожим на процесс обучения детей говорить со слуха».

Экран компьютера позволяет создавать не только «азбучный» или «пляж-

ный микромир», но и другие конструкции. И вести обучение не только английскому языку, который был родным для Пегги, но и любому другому. По инициативе президента африканской республики Сенегал, известного общественного деятеля и талантливого поэта Леопольда Сенгора началось обучение сенегальских детей с помощью микрокомпьютера на их родном языке волоф.

Вместо «пляжного микромира» был создан иной, с сельской тематикой, более близкой сенегальским детишкам. «Деревенский микромир» изображал деревню с несколькими небольшими зданиями и колодцем. «Чтобы оживить такую сцену, потребуются люди и домашние животные, обычные для деревни,— коровы, лошади, кошки и тому подобное,— говорят авторы этой программы, Роберт Лоулер и преподаватели экспериментальной школы при педагогическом училище в Дакаре, столице Сенегала, Мамаду Ньянг и Муса

Гнинг.—Мы решили создать всего лишь несколько объектов, оставив детям радость творчества; мы хотели дать им самим возможность решать, что они хотели бы иметь в своем мире, и обеспечить их всем необходимым для осуществления этого».

Это значит, что в обучении чтению и письму с помощью микро-ЭВМ принимают участие и программист, и педагог, и сами дети, чья фантазия не ограничена картинками традиционного букваря. Причем такой метод дает тройной эффект: ребенок учится одновременно и чтению, и письму, и искусству программирования с самых ранних лет.

## «ВТОРАЯ ГРАМОТНОСТЬ»

«Программирование — вторая грамотность» — так назывался доклад академика Андрея Петровича Ершова, прочитанный на открытии Всемирной конференции «Применение ЭВМ в обучении», проходившей в Швейцарии в 1981 году. Наша страна — пионер в обучении школьников искусству программирования. Еще в конце пятидесятых годов в 444-й школе города Москвы был успешно проведен эксперимент по овладению «второй грамотностью» детьми. Руководил им С. И. Швацбург, ныне член-корреспондент Академии педагогических наук. С середины шестидесятых годов обучение программированию началось в школах других городов страны. И вот с 1 сентября 1985 года в учебную программу официально введен новый предмет — «Основы информатики и вычислительной техники», — знание «второй грамотности» стало для всех учащихся столь же необходимо, как умение читать и писать.

Мы учимся читать по букварю, начиная с азов. Точно так же школьники учатся и программированию. Первый, «азбучный» алгоритмический язык, который осваивают дети, — «Робик». Он доступен даже дошкольникам. И авторами его являются не только ученые, но и школьники, учащиеся четвертых — восьмых классов. На языке «Робик»

написана программа «Муравей». Она позволяет роботу-муравью, обитающему на экране дисплея (им служит обычный телевизор, подключенный к ЭВМ), толкать перед собой кубики с изображениями букв и складывать из них слова.

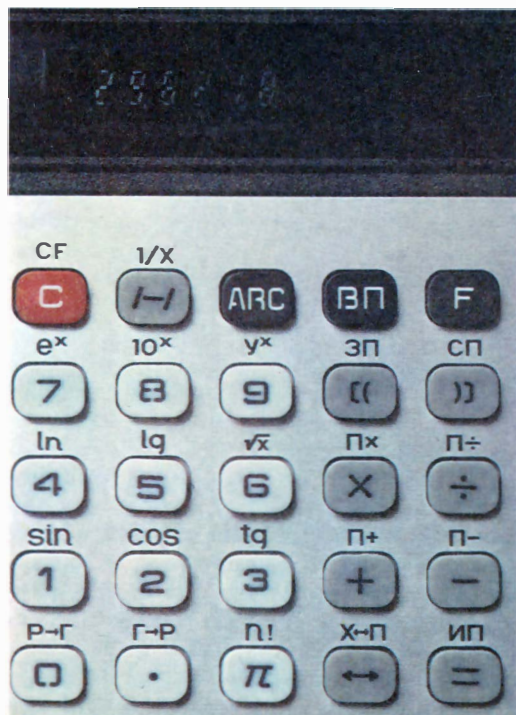
Овладев языком «Робик» и простыми программами вроде «Муравья», школьники переходят к более сложному языку программирования, названному «Рапира». Пользуясь им, школьник, по мнению специалистов, может с помощью ЭВМ решать практически любую задачу, возникающую при изучении той или иной учебной дисциплины: отыскивать корни уравнений, предлагая математикой, строить модели электрических схем, когда это требуется по физике, проверять тексты сочинений по литературе и составлять двуязычные словари при овладении иностранными языками. Совместно с «Рапирой» работает «Шпага» — графический пакет программ, позволяющий чертить на экране дисплея графики, выводить на него рисунки и даже создавать рисованные мультфильмы, которые остается только переснять с экрана.

Компьютер, по словам академика А. П. Ершова, должен прийти в школу к детям как пожизненный партнер, который будет помогать в решении бесчисленных задач, постоянно встающих перед ними. И при этом взаимоотношения детей с вычислительной техникой надо строить таким образом, «чтобы школьники отчетливо понимали: компьютер не есть волшебная лампа Аладдина, сама собой справляющаяся со всеми задачами, но прежде всего — средство решения этих задач, которым они обязаны уметь грамотно пользоваться. Ведь программирование нечто несравненно более глубокое, чем простое умение включить машину и заставить ее выполнять нужную работу. Это общение с ней на интеллектуальном уровне — как с ребенком или, на худой конец, со щенком».

Недалеко то время, когда компьютеры станут для нас таким же привычным и необходимым инструментом и помощником, как авторучка или часы.

Персональные электронные вычисли-





*Микро-ЭВМ — самая простая и доступная вычислительная техника.*

тельные машины (ПЭВМ) воспринимались на первых порах как сложные электронные игрушки. Их принципиальное отличие от обыкновенных микро-ЭВМ состояло в том, что и программное обеспечение, и конструкции ПЭВМ были игровыми. В едином корпусе персонального компьютера располагались микрокалькулятор, постоянная и оперативная память, клавиатура, экран, гибкий диск или кассетный магнитофон. Они позволяли человеку вести своеобразную игру с машиной, превращая ее в партнера. Однако вскоре оказалось, что люди охотно пользуются такими ПЭВМ не только для игр, но и для решения весьма серьезных задач.

Судите сами: отдельные экземпляры ПЭВМ появились в 1973 году. Через три года было уже 20 тысяч таких машин. Причем три четверти покупателей приобрели их не для игры, а для работы по своей специальности: это были коммерсанты, техники, инженеры, ме-

дики, преподаватели, конторские служащие и другие. В 1977 году работало 50 тысяч ПЭВМ, в 1982 году — около 5 миллионов, в 1984 году — свыше 10 миллионов. А потенциальный рынок ПЭВМ оценивается в 150 миллионов машин!

Наша промышленность начала серийный выпуск ПЭВМ, названных диалоговыми вычислительными комплексами (ДВК). О них говорят как о своеобразных очках — но не для глаз, а для нашего разума. ДВК доступны инженеру и медику, химику и конструктору, академику и школьнику. Они могут принадлежать отдельному конкретному человеку, который вправе приспособить их к своим личным нуждам, всегда иметь их под рукой. Единственное, что они требуют, — это внимания и воображения, упорства и настойчивости. А главное — овладения «второй грамотностью», искусством программирования, без которого диалог с компьютером невозможен.



*Программирование стало обязательной дисциплиной в современной школе.*

## КОМПЬЮТЕРЫ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

В начале этой книги, говоря об устройстве ЭВМ, мы упомянули о компьютерах пятого поколения. Создание их — дело ближайшего будущего. Построенные на сверхбольших интегральных схемах, они по скорости действия в тысячу раз превзойдут ЭВМ четвертого поколения. Но не в этом принципиальное отличие компьютеров грядущих девяностых годов от своих старших братьев. ЭВМ предыдущих поколений обрабатывали и обрабатывают информацию последовательно. Данные, с которыми они работают, программы, применяемые при этом, перемещаются из машинной памяти в блок управления и обратно единым массивом. Компьютеры же пятого поколения будут обрабатывать информацию параллельно — так, как это делает мозг человека.

Впрочем, как утверждают специалисты, этим компьютерам предстоит

обрабатывать не столько информацию, сколько знания, хранящиеся в их памяти. И называть их надо, скорее, не ЭВМ — электронные вычислительные машины, а ЭЛМ — электронные логические машины. По замыслу создателей они должны иметь элементы искусственного интеллекта не в программе, а в самой своей конструкции. Вместо «пережевывания» чисел, ЭЛМ будет делать логические выводы прежде всего на основании заложенных в нее активных знаний, а не только пассивной информации. Нет нужды, например, помещать в память такой машины все теоремы геометрии Евклида — достаточно одних лишь аксиом. А теоремы она сможет доказать сама, если нам понадобится о них справка.

Такие же «теоремы» в области экономики, медицины и в иных областях ЭЛМ будет «доказывать», отвечая на вопросы плановиков, врачей — представителей самых разных специальностей. То есть из пассивного справочни-

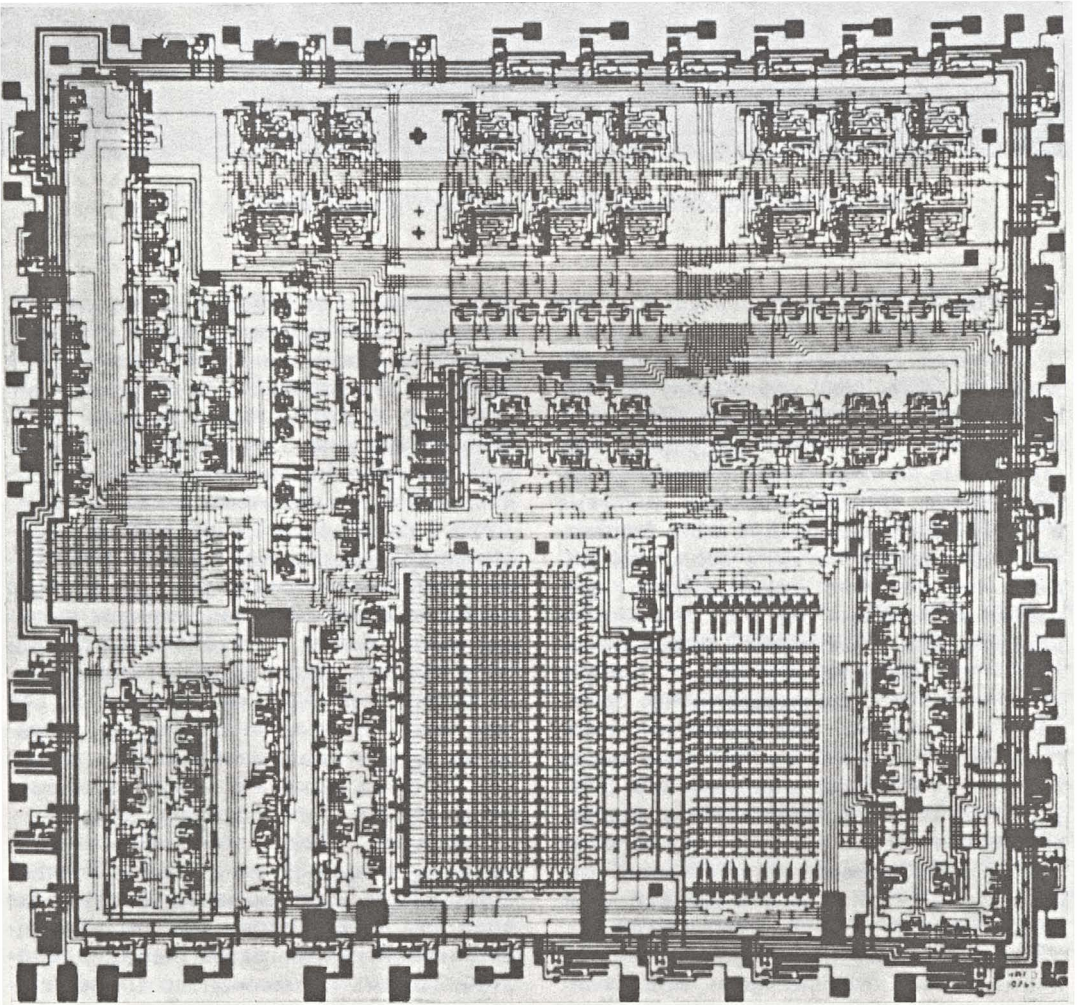


ка, хранящего информацию, компьютер превратится в активного эксперта. Конечно, для этого в него надо ввести соответствующие данные и программы. Они создаются уже в наши дни и называются экспертными системами.

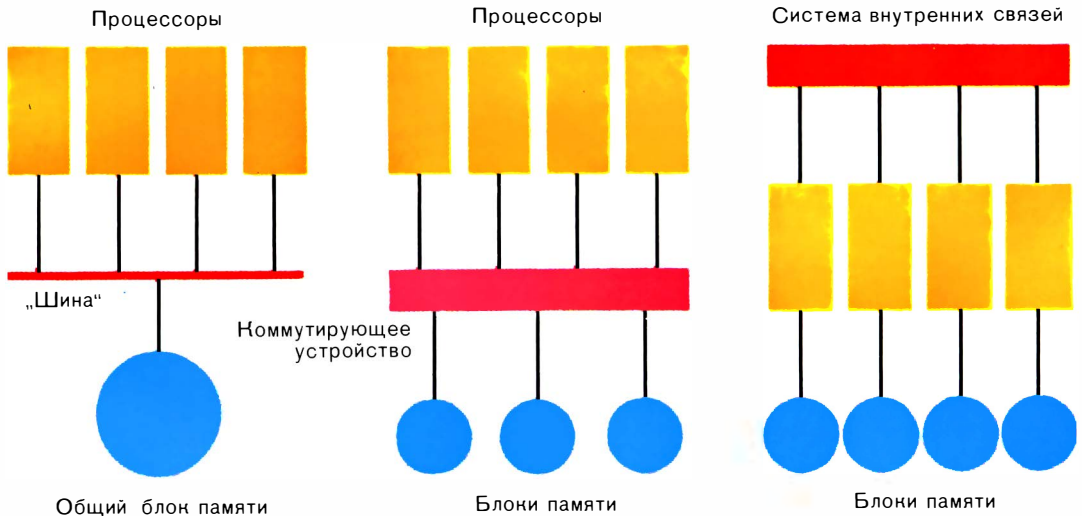
«Экспертные системы должны сыграть роль доброжелательных высококвалифицированных помощников, способных дать дельный и нужный совет человеку, находящемуся в затруднительном положении,— пишет профессор Д. А. Поспелов.— Им может оказаться молодой и еще не очень опытный врач, поставленный перед необходимостью провести сложную и не-

тривиальную операцию. Им может быть археолог, столкнувшийся впервые с культурой, известной ему только понаслышке, или биолог, которому срочно понадобились знания, известные лишь профессиональным нейрофизиологам. Другими словами, любой исследователь или специалист, кому экспертная система в диалоге с ним может дать совет, сообщить необходимые сведения, провести в своей памяти поиск аналогичных ситуаций. Экспертная система хранит в себе массу сведений, полученных из самых различных источников: книг, журнальных публикаций, устных сообщений специа-

*Большая интегральная схема при сильном увеличении.*







*Компьютеры пятого поколения будут обрабатывать информацию не последовательно, а параллельно.*

листов и т. п. Она может использовать эти сведения для консультации и при необходимости объяснить специалисту, как она пришла к сообщаемым ему выводам».

Диалог между человеком и экспертной системой должен вестись не на машинном, а на привычном для специалиста-человека языке. Компьютеры пятого поколения станут говорящими. Разумеется, язык во всех его тонкостях и нечеткостях смыслов слов будет недоступен таким машинам. И вряд ли поймут ЭВМ пятого поколения шутки, игру слов, художественную прозу, подчиняющуюся не машинной логике алгоритмов и порой даже не обычной логике здравого смысла, а особой логике художественного произведения.

### БОЛЬШЕ, ЧЕМ ДЕСЯТКИ УНИВЕРСИТЕТОВ...

Фридрих Энгельс писал, что развитие производства двигает науку больше, чем десятки университетов. Справедливость его слов как нельзя лучше подтверждает наука о языке. Все мы «языковеды», начиная с колыбели. Чтобы понимать речь взрослых, ребенок (ко-

нечно, не сознательно, а интуитивно) строит свою собственную модель языка и затем с ее помощью начинает говорить, «сам не зная как».

Законы, по которым строится наша речь, люди стали постигать в глубокой древности. Но лишь в прошлом столетии были заложены основы подлинно научного изучения языка. И только в наши дни, с появлением ЭВМ, во всей своей полноте встал вопрос о переводе знаний, постигнутых интуитивно, на язык строгих команд и точных чисел. Без такого перевода невозможна «третья величайшая революция» в истории развития человеческой культуры — этой революцией считают появление компьютеров.

В течение сотен миллионов лет живые существа передавали информацию наследственным путем, генетически. Инстинкты, так же как и сигналы тревоги, призыва и тому подобные средства общения, заложены в животных самой природой. Лишь человек, создав после десятков тысяч лет поисков, проб и ошибок членораздельную речь, смог найти иной, не биологический способ передачи информации. «Величие человеческого языка в том и состоит, что он не позволяет нам прочно застревать на каком-то конкретном деле, ко-

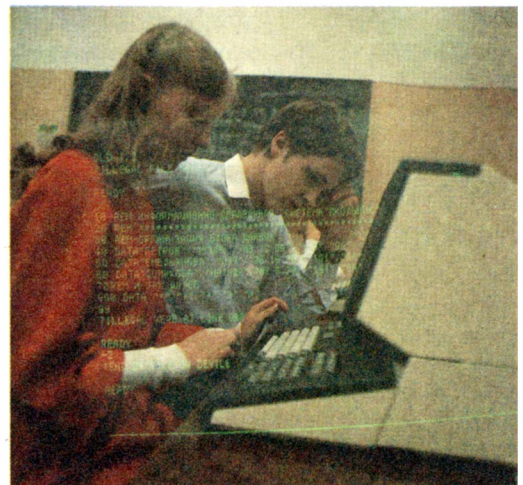
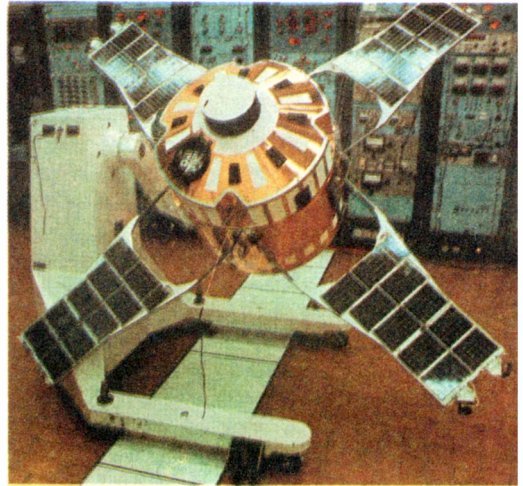
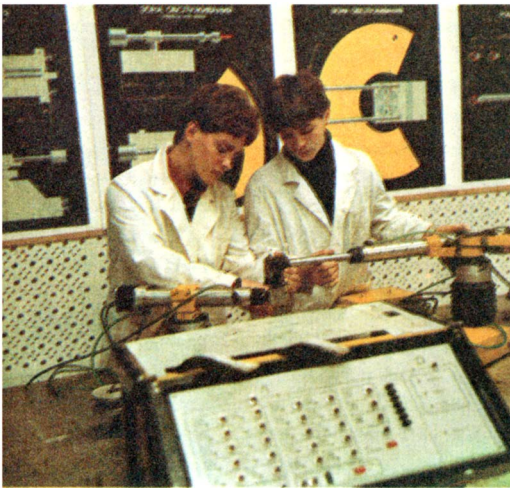
торое мы делаем в данный момент...— пишет известный американский биолог Л. Томас в книге «Жизнь клетки».— Только человеческий мозг запрограммирован на отклонение в результате получения новой информации, он отклоняется от каждой точки в поисках новой, лучшей точки».

Хранителем языковой, сугубо человеческой информации долгое время был только мозг. Память наша имеет удивительную емкость: известны народные сказители, знавшие несколько сотен тысяч стихов наизусть, мнемо-

нисты, способные запомнить 20 000 знаков числа «пи». Однако развитие человечества шло бы очень медленно, если бы около пяти-шести тысяч лет назад не родилось искусство письма. Люди научились фиксировать свои знания «вне мозга». Главное же, что эти знания стали достоянием не одного человека и не одного поколения, а всего рода человеческого — и на века.

ЭВМ, впервые в истории человечества, позволяют не только запомнить и пассивно хранить информацию, но и активно ее перерабатывать. Наш ра-

*ЭВМ и роботы помогают человеку в освоении космоса, в рациональном ведении сельского хозяйства, в тысячах других важных дел.*







*Недалеко то время, когда инженерная лингвистика позволит нам общаться с ЭВМ не посредством телетайпа, а на естественном языке.*

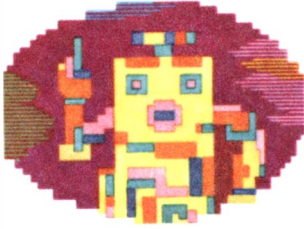
зум получил возможность увеличить свою мощь с помощью машин, подобно тому, как машины помогли человеку тысячекратно увеличить свою силу и быстроту, покорить небо и океан, проникнуть в космическое пространство. А так как большинство знаний, накопленных людьми, изложено на человеческом языке, очевидно, что языкознанию в «третьей величайшей революции» принадлежит едва ли не самая важная роль. Наука же о языке, пытаясь открыть «формулы чуда», как вы убедились сами, действует в тесном контакте с психологией и программированием, математикой и педагогикой.

Кибернетики говорят о поколениях ЭВМ и роботов. Можно смело говорить и о компьютерном поколении людей, ныне сидящих на школьной скамье. Это веление времени. По общему выражению академика А. П. Ершова, в недалеком будущем человек, не умеющий разговаривать с ЭВМ, будет подобен неграмотному в библиотеке с интереснейшими книгами.

Нашему юному компьютерному поколению и адресована в первую очередь эта книга. Хочется верить, что ее читатели сумеют внести свой вклад в поиски «формул чуда». Чуда языка, доступного всем.



## ОГЛАВЛЕНИЕ



|   |   |
|---|---|
| Пиотровский Р. Г. Предисловие . . . . . | 3 |
|---|---|

### Глава 1. В ПОИСКАХ ИСКУССТВЕННОГО РАЗУМА

|   |    |
|---|----|
| Фантастика становится реальностью . . . . . | 5  |
| «Анатомия» компьютера . . . . .             | 11 |
| Язык машин... . . . .                       | 13 |
| ...и язык мысли . . . . .                   | 14 |
| Проблема номер один . . . . .               | 18 |



### Глава 2. КОГДА ОТКРОЕТСЯ СЕЗАМ!

|                              |    |
|------------------------------|----|
| «Сезам, откройся!» . . . . . | 19 |
| «Захват речи» . . . . .      | 20 |
| От звука к смыслу . . . . .  | 25 |



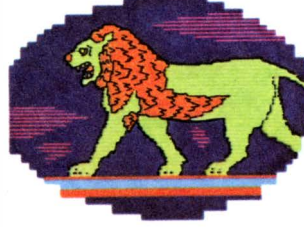
### Глава 3. ДИАЛОГ С ЭВМ

|   |    |
|---|----|
| Беседа с «Эллочкой» . . . . .                     | 29 |
| В режиме диалога . . . . .                        | 31 |
| «Ученик», «Диспут», «Студент» и другие... . . . . | 32 |
| Сценарии, банки данных, фреймы . . . . .          | 39 |
| Автоматы и рефераты . . . . .                     | 41 |



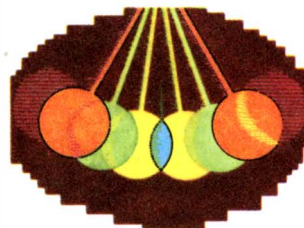
### Глава 4. МАШИННЫЙ ПЕРЕВОД: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Компьютерный словарь . . . . .    | 43 |
| Механический переводчик . . . . . | 45 |
| Надежды и разочарования . . . . . | 47 |
| Новый этап . . . . .              | 51 |
| Электронный подстрочник . . . . . | 52 |
| Проблема смысла . . . . .         | 55 |



### Глава 5. ЯЗЫК-ПОСРЕДНИК

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| С башни на башню . . . . .          | 57 |
| Каким должен быть ЯП? . . . . .     | 58 |
| ИЯ — информационные языки . . . . . | 62 |
| Смысловые множители . . . . .       | 65 |
| В поисках «атомов смысла» . . . . . | 67 |



### Глава 6. ЧИСЛА И СМЫСЛЫ

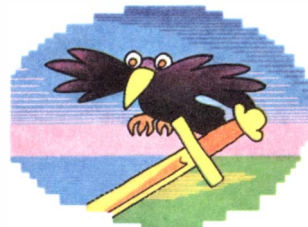
|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Царица наук, служанка наук . . . . . | 71 |
| «Сделано компьютером» . . . . .      | 76 |
| Эти нечеткие множества... . . . .    | 77 |
| Язык и математика . . . . .          | 81 |



## Глава 7. СОЮЗ ДВУХ ПОЛУШАРИЙ

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| В джунглях ассоциаций . . . . .      | 85 |
| Глокая куздра . . . . .              | 88 |
| Компьютер дает «стоп!» . . . . .     | 89 |
| Джунгли или лабиринт? . . . . .      | 93 |
| Адрес «речевого полушария» . . . . . | 94 |

## Глава 8. ЧУДО В КУБЕ!



|  |     |
|--|-----|
| Электронная Каллиопа . . . . .             | 97  |
| Грамматика+метрика+рифма=смысл? . . . . .  | 99  |
| Игра со словом . . . . .                   | 100 |
| Самая сложная в мире поэзия . . . . .      | 103 |
| Алгоритмы кеннингов . . . . .              | 105 |
| Компьютер-скальд . . . . .                 | 106 |
| Формула сказки . . . . .                   | 107 |
| Компьютер-сказочник . . . . .              | 110 |
| Что происходит в «черном ящике»? . . . . . | 112 |



## Глава 9. АЛЛО, РОБОТ!

|  |     |
|--|-----|
| Лингвистический автомат . . . . .      | 113 |
| «Механические люди» . . . . .          | 115 |
| Диалог с роботом . . . . .             | 117 |
| «Лингвистика для роботов» . . . . .    | 118 |
| Разговор «земля — воздух» . . . . .    | 121 |
| От роботов — к первоисточкам . . . . . | 122 |

## Глава 10. КОМПЬЮТЕРНОЕ ПОКОЛЕНИЕ



|  |     |
|--|-----|
| Как малыш обогнал компьютер . . . . .        | 125 |
| Мудрость лепета . . . . .                    | 127 |
| Ученые у колыбелей . . . . .                 | 129 |
| Дети, язык, ЭВМ . . . . .                    | 132 |
| Компьютерные «микромиры» . . . . .           | 133 |
| «Вторая грамотность» . . . . .               | 135 |
| Компьютеры пятого поколения . . . . .        | 137 |
| Больше, чем десятки университетов... . . . . | 139 |



#### К ЧИТАТЕЛЯМ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРОСИТ ОТЗЫВЫ  
ОБ ЭТОЙ КНИГЕ ПРИСЫЛАТЬ  
ПО АДРЕСУ: 125047, МОСКВА,  
УЛ. ГОРЬКОГО, 43  
ДОМ ДЕТСКОЙ КНИГИ

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Александр Михайлович Кондратов

#### «ФОРМУЛЫ ЧУДА»

ИБ № 5777

Ответственный редактор В. А. Анкудинов  
Художественный редактор Н. З. Левинская  
Технический редактор Г. Г. Седова  
Корректоры А. А. Гусельникова, И. В. Козлова

Сдано в набор 11.07.86. Подписано к печати 23.01.87.  
A05326. Формат 70×104<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. офс. № 1.  
Шрифт журн.-рубл. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 12,15. Усл. кр.-отт. 49,96. Уч.-изд. л. 12,21.  
Тираж 100 000 экз. Заказ № 1102. Цена 1 р. 40 к.

Орден Трудового Красного Знамени  
и Дружбы народов  
издательство «Детская литература»  
Государственного комитета РСФСР  
по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли.  
103720, Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1.

Калининский ордена Трудового Красного Знамени  
полиграфкомбинат детской литературы  
им. 50-летия СССР Росглаволиграфпрома  
Госкомиздата РСФСР.  
170040, Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.



**Кондратов А. М.**

**К64 «Формулы чуда»: Научно-худож. лит.-ра. Пре-  
дисловие Р. Г. Пиотровского. Художник В. Рада-  
ев.— М.: Дет. лит., 1987.— 143 с., ил.— (Горизонты  
познания).**

В пер.: 1 р. 40 к.

Книга посвящена одной из новейших наук, появившейся на стыке матема-  
тики, кибернетики, языкознания и психологии,— инженерной лингвистике. Ав-  
тор, кандидат филологических наук, член научного совета по кибернетике  
АН СССР, рассказывает о том, как ученые постигают важнейшие законы чело-  
веческого языка, чтобы использовать их при создании электронных машин, спо-  
собных понимать нашу речь.

К 4802010000—222  
М101(03)87 077—86

ББК 32.97  
6Ф7



ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ



**ГОРИЗОНТЫ**



**ПОЗНАНИЯ**

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



*Проблема диалога человека с компьютером —  
одна из актуальных  
научно-технических проблем современности.*

*Решением ее занимается инженерная,  
или вычислительная, лингвистика —  
наука, родившаяся на стыке математики,  
языкознания, психологии, кибернетики  
и многих других наук.*

*Об увлекательных поисках «формул чуда»,  
алгоритмов языка, необыкновенно сложного  
и вместе с тем доступного всем людям,  
о достижениях и перспективах инженерной,  
или вычислительной, лингвистики  
рассказывает эта книга.*

1 р. 40 к.

**Издательство  
«Детская  
литература»**