

КИБЕРНЕТИКА

ВЯЧ. ВС. ИВАНОВ

ЧЕТ И НЕЧЕТ

АСИММЕТРИЯ МОЗГА
И ЗНАКОВЫХ СИСТЕМ



Москва «Советское радио» 1978

ББК 32.816
И20
УДК 616.831-031.84-07

Иванов Вяч. Вс.

И20

Чет и нечет: Асимметрия мозга и знаковых систем. — М. Сов. радио. 1978. — 184 с., ил. («Кибернетика»).

75 коп.

В книге освещаются новые данные о соотношении между функциями двух полушарий мозга, по-разному участвующих в таких видах деятельности, как язык, математика. Предлагается сравнение мозга с комплектом из двух машин типа новейших роботов. В связи с двухкомпонентностью мозга рассматривается двоичность основных кодов человеческой культуры и теория диалога.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся применением кибернетики в нейропсихологии и гуманитарных науках.

И 30501-075 80-78 1502000000
046(01)-78

ББК 32.816
6Ф0.1

Редакция кибернетической литературы

ИБ № 367
ВЯЧЕСЛАВ ВСЕВОЛОДОВИЧ ИВАНОВ

ЧЕТ И НЕЧЕТ

Асимметрия мозга и знаковых систем

Редактор *И. М. Волкова*
Художественный редактор *А. Н. Алтунин*
Иллюстрации художника *Г. Б. Красикова*
Технические редакторы *Г. З. Кузнецова, Н. В. Орлова*
Корректоры *Н. Н. Лоскутова, О. И. Галанова*

Сдано в набор 13.01.78 Подписано в печать 23.10.78 Т-16341
Формат 60x84/16. Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная.
Печать офсетная. Объем 10,7 усл. п. л., 12.345 уч.-изд. л.
Тираж 40.000 экз. Заказ 3836 Цена 75 к.
Издательство «Советское радио», Москва, Главпочтамт а/я 693
Московская типография № 4 «Союзполиграфпрома»
Государственного Комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной Торговли
Москва, 129041, Б. Переяславская, 46.

© Издательство «Советское радио», 1978 г.

О СЕРИИ КНИГ «КИБЕРНЕТИКА»

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «СОВЕТСКОЕ РАДИО»

В свете решений XXV съезда КПСС огромное значение приобретает раскрытие основных направлений, перспектив и значения современной математики, кибернетики и электроники, для научного познания, для практики социалистического общества. Это относится и к созданию мощных вычислительных машин, систем и сетей, и к разработке математического и логического аппарата кибернетики, и к исследованиям систем «человек—машина», и к созданию разнообразных алгоритмических и формализованных языков, особенно языков, близких к естественным, и к прогрессу в области взаимодействия человека и ЭВМ, и к исследованиям, направленным на автоматизацию эксперимента и проектирования, и к созданию математических моделей различных областей знаний и т. д. Существенным становится углубленное изучение взаимодействия искусственных знаковых систем (к которым широко прибегает кибернетика) с богатыми и могучими языками человеческого общения и понимания. Со всем этим кругом вопросов органически связаны методологические проблемы, естественно возникающие на почве кибернетики как комплексного направления теоретических исследований и технической практики.

В популярной литературе последних лет верно подчеркивается значимость кибернетики для коммунистического строительства, указывается на впечатляющие успехи этой области знания, оказывающей существенное влияние на научный кругозор ученых, не говоря уже о революционизирующем воздействии ее на производство, технические средства управления и информационную деятельность. Недооценка кибернетики и ее математико-логической базы была бы большой ошибкой.

Но не менее важно принципиальное осмысление трудностей, возникающих на путях кибернетического моделирования определенных функций человеческого разума (формально-логический вывод, построение алгоритмов доказательства теорем в формальных теориях, эвристически направляемый поиск, распознавание образов, автоматический анализ и синтез текстов, решение нечетко поставленных задач, роботостроение и пр.). Трудности эти во многом связаны с колоссальной сложностью присущих человеку феноменов понимания, сознания и самосознания — феноменов, неотделимых от всей системы человеческих потребностей, в том числе и обусловленных социальной природой человека. Раскрытие этих трудностей — неотъемлемая сторона популяризации кибернетики, отнюдь не претендующей на «подмену» наук об обществе и человеке.

Изучая сверхсложные системы био- и социосфер с позиций кибернетики, специалисты в области технических наук сотрудничают с философами, математики с психологами, нейрофизиологи с логиками, социологи и экономисты со специалистами в области вычислительных машин и их математического обеспечения, языковеды с учеными, разрабатывающими теорию автоматов и алгоритмов, историки науки с информатиками и т. д.

Задача предлагаемой вниманию читателя серии «Кибернетика» — а серия эта носит международный характер, так как в ней принимают участие ученые не только нашей страны, но и других социалистических стран: ВНР, ГДР, ЧССР и др.— состоит в том, чтобы просто, ясно и вместе с тем научно строго рассказать об упомянутых (и многих других) вопросах, относящихся к идеям, методам и результатам кибернетики и связанных с нею наук.

Современная кибернетика — чрезвычайно разветвленное направление, и нет специалистов, которые профессионально владели бы материалом всех ее многочисленных ответвлений и областей. Книги серии, задуманной весьма богатой по своему тематическому охвату, должны удовлетворять потребности специалистов, заинтересованных в информации о достижениях в тех областях науки об управлении и переработке информации, в которых они непосредственно не ведут исследовательской работы. Объединяющими для серии явятся идеи управления, переработки информации, моделирования и оптимизации. Большое место в серии займут темы, относящиеся к современной вычислительной технике и ее применению. Найдут отражение и история научных идей и методов, приведших к возникновению кибернетики и ее математической и логической базы, вопросы исторического развития кибернетики как комплексной науки о процессах управления, опирающейся на использование средств современной автоматики и вычислительной техники.

Серия не имеет узкого «академического» характера — она обращена к читателям, заинтересованным в ознакомлении с последними достижениями в кибернетике и ее приложениях, с тем прогрессом, который под влиянием кибернетических идей ныне происходит во многих областях знания.

Книги, по-настоящему интересные для читателей, в которых научная строгость сочетается с доступностью изложения — таковой видится нам серия «Кибернетика».

Академик **А. И. Берг**

Член-корреспондент АН СССР **Г. С. Поспелов**

Если универсальное понятие плоскости симметрии вообще существует, то лишь в том смысле, что материя при отражении переходит в антиматерию.

Е. Вигнер Этюды о симметрии

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель этой книги — познакомить читателя с новыми кибернетическими гипотезами, идеями и методами, которые представляют интерес для наук и о человеке и о человеческой культуре.

В первой главе предлагается модель системы двух полушарий мозга, основанная на сопоставлении с комплексом двух вычислительных машин. Такие аналогии между организмом человека и созданными им техническими устройствами постоянно предлагаются в науке нового времени. Характер аналогий каждый раз определяется уровнем развития техники. Поэтому еще с XVII века для объяснения работы мозга (как и других физиологических процессов) выдвигаются преимущественно аналогии с механическими устройствами. Лишь сравнительно недавно они сменились сопоставлениями с электрическими системами.

На первом этапе становления кибернетики определяющей идеей было сравнение принципов работы мозга и электронной вычислительной машины. Логические схемы, реализуемые в вычислительной машине, служили моделями и для описания строения нервных сетей. Аналогия казалась особенно наглядной при сравнении отдельного элемента таких сетей — нейрона — с элементарными составными частями вычислительной машины. На этом этапе при кибернетическом исследовании мозга главным было его уподобление одной электронной машине. Подчеркивалась прежде всего универсальность мозгового вещества. Все части мозга рассматривались как построенные не только по единой схеме, но и из однотипных элементов, спо-

способных к выполнению одинаковых операций. Организация мозга в целом гораздо меньше занимала ученых.

В построении новейших роботов особую роль играют комплексы из двух вычислительных машин. Соотношение между частями таких комплексов оказывается сходным в определенном смысле с тем разделением функций между полушариями мозга, которое выявлено в физиологических и психологических исследованиях последнего времени. Поэтому становятся возможными достаточно обоснованные аналогии между мозгом и машиной не по отношению к простейшим элементам систем (например, нейронам), а применительно ко всей системе в целом и ее организации. Такое сравнение интересно тем, что оно может пролить свет на роль разных полушарий мозга в таких важнейших формах человеческой деятельности, как язык, математика, музыка. Одно из полушарий мозга, управляющее звуковой речью, по своему происхождению оказывается более молодым, чем полушарие, связанное с передачей информации посредством зрительных и пространственных образов. Время появления звукового языка, развития особых функций соответствующего полушария (обычно левого) и управляемой этим же полушарием основной руки (обычно правой) определяет важнейший рубеж в эволюции человека.

Во всех ранних человеческих обществах различие правой и левой руки входило в систему основных двоичных противоположностей, определявших строение обрядов и мифов. Поэтому оказывается естественным переход от кибернетической модели соотношения между правым и левым полушариями мозга, предлагаемой в первой главе книги, к исследованию двоичных кодов в человеческой культуре и языке, которому посвящена вторая глава. Двоичные коды долго сохраняются и в позднейших культурных традициях.

Достаточно напомнить, что в своих истоках современная математика восходит к пифагорейцам, по учению которых двоичная противоположность чета и нечета определяла всю природу мира. Недавние физические открытия, касающиеся симметрии элементарных частиц, позволяют увидеть глубину интуиции, скрытую в ранних научных прозрениях. Сходное с древнегреческим пифагорейским учение о чете и нечете было развито в древней теории искусства Дальнего Востока (Китая и Японии) и возрождено в трудах такого крупнейшего художника и искусствоведа нашего века, как С. М. Эйзенштейн. Двоичное противопоставление чета и нечета сохраняет значимость и для современной науки. Поэтому оно и выбрано как заглавие книги.

В первой главе рассматривается комплекс, состоящий из

двух машин или двух полушарий мозга одного человека, а в третьей (последней) главе изучается простейший коллектив, в который входят двое — человек и его собеседник. Собеседником человека может быть или другой человек, или вычислительная машина. Одну из основных трудностей при решении задачи общения между человеком и машиной на обычном языке представляет понимание слов «я» и «ты», которыми друг друга называют собеседники. Исследование двоичного противопоставления «я» и «ты» ведет к обсуждению проблемы диалога. Она принадлежит к числу самых основных для науки XX века. От диалога человека с машиной изложение в книге переходит к диалогу между двумя людьми, а далее — между двумя цивилизациями, одна из которых может быть внеземной. Всякого, кто следит за развитием областей знания, занимающихся исследованием языка в связи со строением мозга, не покидает чувство, что он присутствует при таких сдвигах в науке, от которых дух захватывает. Мне хотелось бы упомянуть несколько звеньев в моем собственном вхождении в науку, которые и определили это постоянно растущее чувство удивления перед ее возможностями. Такими начальными рубежами были: Семинар по некоторым применениям математических методов исследования в языкознании, который вел покойный П. С. Кузнецов вместе с В. А. Успенским и со мной в Московском университете в 1956—1958 гг.; многократные встречи с Р. О. Якобсоном в 1956—1967 гг., во время которых дискутировались предложенные им модели двоичных противоположностей в языке и других системах знаков; частые письменные и устные обсуждения в 1957—1962 гг. с А. Н. Колмогоровым многих вопросов кибернетики, о которых идет речь в книге; разборы в 1959—1961 п. поражений головного мозга, вызывающих расстройство речи (афазии), в лаборатории, которой руководил недавно скончавшийся А. Р. Лурия в Институте нейрохирургии, работа над вопросами физиологии речи в 1962 г. в лаборатории Л. А. Чистович в ленинградском Институте физиологии; многолетние совместные занятия с В. Н. Топоровым структурой мифологических, ритуальных и других знаковых систем.

Мне хотелось бы помянуть добрым словом покойного своего друга М. Л. Цетлина, в котором поражало сочетание бесстрашной глубины научного проникновения с конкретностью инженерной реализации кибернетических идей, и незабвенного И. А. Соколянского, чьим замечательным работам по языку слепоглухонемых посвящен особый раздел книги.

Без этих начальных импульсов книга не была бы написана, хотя ни один из названных и неназванных моих коллег не мо-

жет считаться ответственным за те из предлагаемых или излагаемых гипотез, которые могут оказаться спорными.

Первоначальный текст книги, законченный в октябре 1976 г., был прочитан И. Б. Гутчиным и И. М. Ягломом, сделавшими многочисленные замечания. Ю. И. Манин познакомил меня в это же время с рукописью своей работы о двойственности, совпадение с отдельными положениями которой было для меня приятной неожиданностью. При подготовке окончательного текста были полезны обсуждения математических моделей морфогенеза с их создателем Р. Томом в конце декабря 1976 г.—январе 1977 г. Благодаря любезности Л. Я. Балонова и В. Л. Деглина автор получил возможность включить в книгу некоторые предварительные результаты производимых совместно с ними разборов семантических ассоциаций у больных при левосторонних и правосторонних электрошоках.

Книга не могла бы быть написана без постоянной помощи С. Л. Ивановой.

Январь 1977 г.

ПРАВОЕ — ЛЕВОЕ

Если мы можем охватить взглядом объект во всех его деталях, правильно понять и мысленно его воспроизвести, то мы имеем право сказать, что... он нам принадлежит, что мы приобретаем некое господство над ним. И так частное всегда ведет нас к общему, общее — к частному. Оба взаимодействуют при любом рассмотрении, при любом изложении.

Здесь следует предположить некоторые общие положения. Двойственность явления как противоположность.

Мы и предметы,	Идеальное и реальное,
Свет и тьма,	Чувствительность и рассудок,
Тело и душа,	
Две души,	Фантазия и разум,
Дух и материя,	Бытие и стремление,
Бог и мир,	Две половины тела,
Мысль и протяженность,	Правое и левое.

И. В. Гете. Полярность

МОЗГ КАК СИСТЕМА ИЗ ДВУХ МАШИН

При решении значительного числа наиболее сложных задач, возникающих перед вычислительной техникой, в последние годы все чаще становится необходимым создание целых комплексов вычислительных машин. В частности, во многих случаях оказалось практически наиболее разумным создание комплексов из двух машин, работающих как единая система.

Для оптимального зрительного вывода информации из вычислительной машины на экран были разработаны подобные системы, представляющие собой двухмашинный комплекс. Потребность в наличии именно двух машин была обусловлена тем, что системы управления должны одновременно решать две существенно различные задачи: обработка и подготовка к выводу всей информации и реализация изображения на экране [3].

В двухмашинном комплексе (типа разработанного в Инсти-

туте прикладной математики АН СССР) каждая из двух машин решает свою собственную задачу — более общую (планирование) и конкретную, связанную с манипуляциями в реальном пространстве — времени. Это характерно и для новейших! робототехнических систем.

Хотя название «робот» было изобретено чешским писателем Чапеком более полувека назад (в пьесе «Р.У.Р», описывающей j роботов — искусственных слуг человека), их широкое применение начинается только в последние годы. Роботы используются прежде всего для работ опасных, вредных или малодоступных для человека, например в морских глубинах, куда опускают гидравлические манипуляторы (в частности, построенный в Институте океанологии АН СССР), или в космосе, где за автоматической станцией «Луноход-1» последовали робототехнические устройства для изучения разных планет. Автоматизация производства в таких индустриально развитых странах, ощущающих нехватку рабочей силы, как Япония, привела в последнее десятилетие к быстрому росту числа промышленных роботов: в мире их насчитывается уже более чем десять тысяч. Конструирование роботов более совершенных типов составляет сейчас практически едва ли не самую важную сторону работ по так называемому «искусственному интеллекту».

Технические достижения в области построения роботов в большой мере определяются знаниями о соответствующих физиологических системах у человека. Так, успешное построение шагающих роботов (в том числе человекоподобных — «внешних скелетов» — протезов, помогающих калекам передвигаться несмотря на неподвижность их собственных ног) и у нас [4], и за границей [5] оказалось возможным, в частности, благодаря приложению идей замечательного физиолога Николая Александровича Бернштейна (1896—1966)—одного из предвестников кибернетики. Еще в 1935 г. Н. А. Бернштейн обосновал мысль о многоуровневом иерархическом построении движений, которая и была воплощена в системах шагающих и некоторых других [6] роботов.

Динамические системы с таким большим числом степеней свободы, как человеческий организм (использующий около 800 мышц для различных движений), не могут управляться из одного-единственного центра. Существует целая иерархия соподчиненных друг другу центров разных уровней, каждый из которых в известной мере независим — в пределах, которые устанавливаются центром более высокого уровня. Эта точка зрения, намеченная Н. А. Бернштейном и развитая в кибернетических исследованиях И. М. Гельфанда и М. Л. Цетлина, привела двух последних ученых к выводу, согласно которому

«сложная многоуровневая система управления рассматривается как совокупность подсистем, обладающих относительной автономией» [7, с. 198],

Организм взаимодействует с внешней средой. Информация, из нее получаемая, также должна постоянно учитываться при построении и корректировке движений. Поэтому одной из важнейших проблем, вставших перед кибернетической физиологией и современной робототехникой, является выяснение того, как связанные друг с другом системы управления взаимодействуют с внешней средой.

Роботы должны манипулировать с реальными объектами. Поэтому управление аппаратурой робота должно производиться в реальном масштабе времени. Для этого требуются такие специфические устройства, которые могли бы производить текущее преобразование информации и частое прерывание манипуляций робота. Выполнение этих задач нецелесообразно соединять с процессом планирования и построения движений робота. Поэтому, как это и делается в двухмашинных комплексах (в СССР осуществленных, в частности, на основе соединения машин БЭСМ-6 и М-6000), решение первой задачи (управление в режиме реального времени) выделяется: его осуществляет отдельная вычислительная машина [152, с. 289].

Примером двухмашинного комплекса этого типа может быть робот Эдинбургского университета Марк 1,5, обладающий «глазом» — телевизионной камерой и «рукой» (роботы такого типа носят название «система глаз—рука») (рис. 1). И «глаз», и «рука» робота присоединены к небольшой вычислительной машине (16-разрядной ЭВМ Хониуэлл-316), которая в известной мере независима от связанной с ней большой вычислительной машины (ICL-4130), работающей в режиме разделения времени.

Машины связаны между собой двумя каналами связи, по которым данные могут передаваться в двух противоположных направлениях: машины могут спрашивать друг друга и отвечать друг другу. Малая вычислительная машина управляет «рукой» робота и совершает грубую обработку изображений, полученных от «глаза», тогда как большая вычислительная машина осуществляет общее планирование всей работы робота и детально обрабатывает всю зрительную информацию, передаваемую ей малой машиной [8].

Аналогично устроена и система «глаз — рука», разрабатываемая и совершенствуемая на протяжении ряда лет в Стенфордском университете (США). На этапе, отраженном в публикациях 1971 г., в состав двухмашинного комплекса входила большая вычислительная машина (РДР-10), которая строила

планы движения руки и обрабатывала информацию, полученную роботом с помощью телевизионной камеры, и малая вычислительная машина (PDP-6 с оперативной памятью 128 килослов), обслуживающая двигатели телевизионной камеры управляющие устройства руки и другие аппаратные средства [9].

В более новом варианте Стенфордского робота, предназначенного для автоматизации процесса сборки заданного объек-

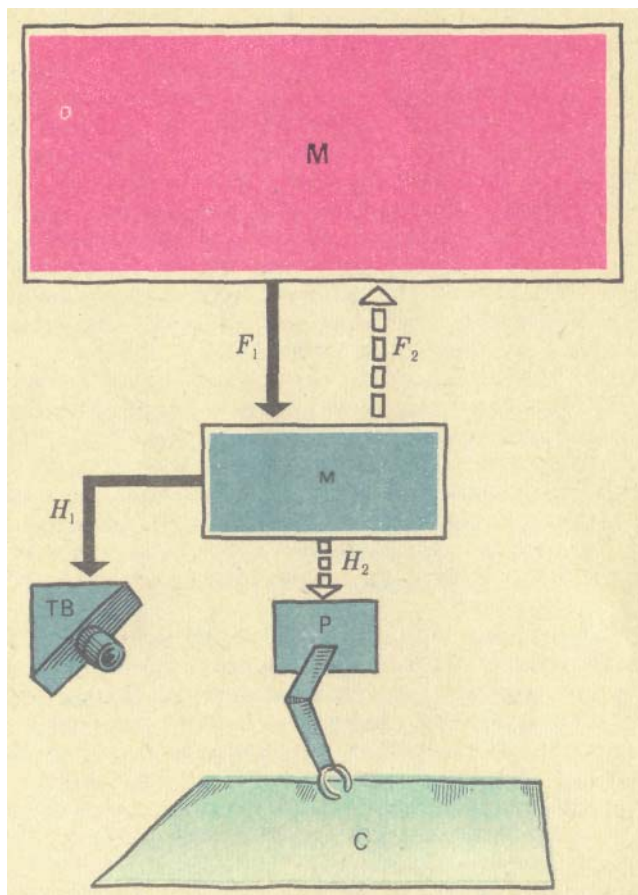


Рис 1. Схема робототехнической системы «глаз» — «рука» типа робота Эдинбургского университета Марк 1,5:

Р — рука; ТВ — «глаз», С — «среда», в которой работает робот; м — малая вычислительная машина; М — большая вычислительная машина, с разделением времени; F_1 , F_2 и H_1 , H_2 — каналы связи между вычислительными машинами и манипуляторами

та из деталей, двухмашинный комплекс, управляющий двуруким роботом, состоит из большой вычислительной машины (PDP-10) и малой вычислительной машины (миникомпьютера PDP-11/45), обеспечивающей работу нескольких автоматических устройств (манипуляторов, в частности искусственных «рук») в режиме реального времени [10].

Создатели Стенфордской системы объясняют этот принцип организации управления тем, что вычисление траектории «рук» двурукого робота требует длительного времени, но не критично по времени в отличие от обслуживания манипуляторов. Как и все сложные живые организмы, робот, работающий во внешней среде, испытывает цейтнот.

Нехватка времени для принятия решений у системы с большим числом степеней свободы ведет к необходимости выбора из двух возможностей: можно либо принять на\дачу первое попавшееся решение (этим, между прочим, объясняется с кибернетической точки зрения роль гаданий для принятия важнейших решений в таких древних коллективах, как римское общество), либо разработать специальное устройство («исполнительный орган») для быстрого принятия необходимых решений на основе переработки текущей экспресс-информации. Такое разделение власти «исполнительной» — программ, управляющих манипуляторами в режиме реального времени, — и «законодательной» — общих планов работы робота — и проводится в новейших системах «глаз—рука».

Выделение особого «исполнительного» управляющего устройства, работающего в реальном пространстве — времени, представляет собой значительно более общий принцип, чем наличие специализированных систем управления для отдельных манипуляторов («рук») или воспринимающих органов («глаз») робота. В общих схемах роботов, основанных на аналогиях с мозгом позвоночных, уделялось достаточно внимания необходимости таких специализированных систем управления, как, например, решающие устройства разных уровней для обработки правого и левого изображений, получаемых бинокулярной телевизионной камерой [11, с. 116, фиг. 1].

Наличие подобных специализированных устройств, осуществляющих предварительную обработку информации из внешней среды и управляющих манипуляторами, признается характерной чертой всех разрабатываемых в настоящее время «интеллектуальных роботов» [12, с. 160, фиг. 7.1]. Но сопоставление принципов организации этих роботов и центральной нервной системы человека требует рассмотрения двух важнейших проблем. Во-первых, следует выяснить, как соотносено в них деление на специализированные и общую системы управления

с делением на «исполнительное» управление в реальном пространстве — времени и планирование. Во-вторых, необходимо установить, как соединяются вместе разные специализированные устройства.

Рассмотрим принципиальную схему такого робота, который снабжен двумя телевизионными камерами (как, например, эдинбургский Марк 1,5) и двумя руками (как стенфордская система «глаз — рука»). Управление роботом, который должен манипулировать объектами с помощью двух «рук», в простейших случаях (в разрабатываемых роботах для автоматической сборки) осуществляется последовательно. Вычислительная машина поочередно управляет каждой из двух «рук», причем, закончив операцию управления одной «рукой», система дает сигнал внутреннего прерывания.

Это временное решение, идущее по традиционному пути последовательных операций, вероятно, сменится в недалеком будущем построением параллельно работающих вычислительных систем. Работа каждой из двух рук может управляться одновременно функционально разнородными, но неразделимыми вычислительными системами (предполагается, что именно такие системы и станут основными в четвертом поколении вычислительных машин).

Ограничение на число телевизионных камер — «глаз» и манипуляторов — «рук» накладывается, по-видимому, не столько соображениями человекоподобности, существенными только для определенного класса роботов (типа шагающих «внешних скелетов» — медицинских протезов, приспособленных к особенностям человеческого тела), сколько другими причинами. Прежде всего, в структуре новейших роботов, как и живых организмов, моделями которых они являются, сказываются простые принципы симметрии, во многом определившие строение растений и животных в ходе эволюции.

Согласно формулировке акад. М. С. Гилярова «все активно передвигающиеся животные имеют наружную двустороннюю симметрию, как билатерально симметричны и все наши средства транспорта (лодка, самолет, автомобиль и т. д.)» [13, с. 70]. И двусторонняя (билатеральная или зеркальная) симметрия тел животных, и сосредоточение пространственного анализа в головном мозге, что ведет в дальнейшем к разобщению переднего мозга на два парных полушария [14], выводятся из основных характеристик поведения животных и внешней среды.

В зеркальной симметрии животных и построенных человеком передвигающихся технических устройств можно видеть проявление принципа сохранения симметрии, впервые выдви-

ннутого Кюри: симметрия физического тела, находящегося в некотором пространстве, определяется симметрией этого пространства [15]. Группа симметрии двух объектов, составляющих единое целое, является общей высшей подгруппой групп симметрии этих объектов [16, с. 14].

Соображениями симметрии может быть мотивирована четность числа органов животных и манипуляторов активных передвигающихся роботов (в отличие от «одноруких» неподвижных роботов первого поколения). Но само число органов и манипуляторов этим не задается; теоретически роботы могут быть многорукими, как древнеиндийские или древнемексиканские боги, и многоглазыми, как мифологические чудища античности или древнего Китая.

На примере уже частично осуществленных роботов — «многоножек» (рис. 2) можно видеть, как развитие роботов в известной мере параллельно биологической эволюции. При увеличении числа «ног» робота могут возрастать трудности управления им, связанные с числом степеней свободы в каждой

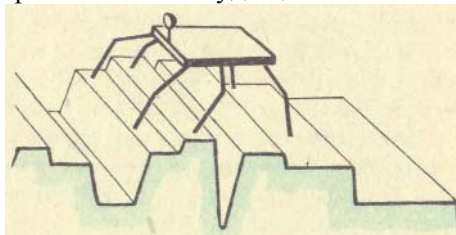


Рис. 2. Шагающий робот — «многоножка»

из конечностей. И биологическая эволюция, и развитие техники делают выбор из двух возможностей. На ранних этапах эволюции возможны системы, состоящие из очень значительного числа органов (например, конечностей) с относительно небольшим числом степеней свободы в каждом из них (так упрощенно можно описать структурный тип морфологии членистоногих). На высших этапах эволюции (у позвоночных) число органов (в пределах, заданных билатеральной симметрией и противопоставлением задней и передней части) минимально, но число степеней свободы в каждом из органов может быть значительным.

Очень упрощая, можно было бы сказать, что для робота, передвигающегося в вертикальном положении, четырех или трех «ног» много, а одной — недостаточно. Число «рук» (и прямо с ними соотносящихся глаз) определяется прежде всего характером задач, ставящихся перед роботом. Например, для автоматизации сложных процессов типа сборки объекта из деталей и манипуляций с различными инструментами необходимо взаимодействие двух манипуляторов, один из которых (по функции сходный с левой рукой) удерживает детали в заданном положении, а другой (функционально сходный с пра-

вой рукой) производит с ними нужные операции [17, с. 92]. При увеличении числа степеней свободы каждой из рук и при возрастании требуемой точности обработки зрительных изображений для управления роботом могут потребоваться не большая и малая вычислительные машины (как в уже осуществленных к настоящему времени машинных комплексах), а две большие вычислительные машины примерно одного класса, снабженные специализированными устройствами.

Будущего робота, характеризующегося билатеральной симметрией, можно себе представить как двурукого и двуглазого. Каналы передачи информации от глаза и руки к вычислительной системе могут перекрещиваться по типу организации каналов информации в центральной нервной системе (рис. 3). Если две вычислительные машины, управляющие таким роботом, решают также и задачи ввода и вывода языковой информации и осмысления фраз на устном языке, то в подобном двухмашинном комплексе можно было бы видеть модель двух полушарий головного мозга человека.

Сопоставление системы двух полушарий головного мозга, с комплексом вычислительных машин (в частности, с двучленным комплексом) может представить интерес и для работ по «искусственному интеллекту», и для изучения мозга. Такое сопоставление в какой-то степени проясняет универсальность причин, по которым именно двухмашинный комплекс оказывается наиболее эффективным способом организации вычислительных систем.

Всякая кибернетическая система (автомат или комплекс автоматов) решает конкретные задачи в определенной среде. Поэтому различие самой системы и среды предполагает необходимость выделения в системе такой подсистемы, которая ответственна за ориентацию в данной конкретной среде или за решение данной конкретной задачи. Наряду с таким текущим решением неотложных задач всякая кибернетическая система занята планированием своего поведения в целом.

Одной из ведущих идей кибернетической физиологии активности, созданной Н. А. Бернштейном, было наличие у каждого живого организма планов его будущего поведения [18]. По этой именно причине организм нельзя описать простыми схемами, включающими только его память (прошлые системы) и реакции на внешние стимулы (настоящие системы). Живая система всегда в какой-то мере обращена к будущему. А включение планирования будущего как важнейшего составного звена управления предполагает выделение соответствующей подсистемы. Поэтому и неизбежно наличие хотя бы двух выделенных подсистем: одной, решающей текущие задачи

и ориентирующей в реальном пространстве — времени, и другой, планирующей будущее поведение всей системы.

Этому не противоречит то, что каждая из подсистем — и «законодательная» (планирующая) часть, и часть «исполни-

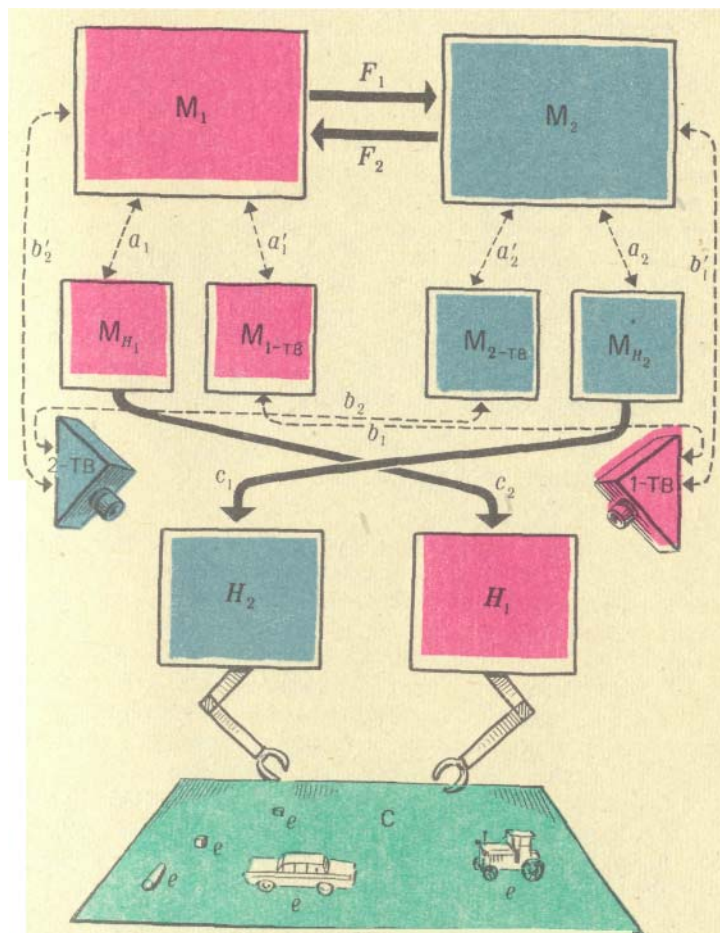


Рис. 3. Схема управления роботом с билатеральной симметрией:

M_1 — «левая» большая вычислительная машина; M_2 — «правая» большая вычислительная машина; F_1 , F_2 — каналы связи между вычислительными машинами; $M_{Н1}$ и $M_{Н2}$ — специализированные устройства для управления «правым» и «левым» манипуляторами; $M_{1-ТВ}$ и $M_{2-ТВ}$ — специализированное устройство для управления движением «правой» и «левой» телевизионной камеры и обработки правого и левого изображения; H_1 — манипулятор (искусственная «правая рука»). H_2 — манипулятор (искусственная «левая рука»); a_1 , a_1' , a_2 , a_2' — каналы передачи информации между большими вычислительными машинами и специализированными устройствами, b_1 , b_1' , b_2 , b_2' — каналы передачи оптической информации и сигналов, управляющих движениями телевизионных камер; c_1 , c_2 — каналы управления манипуляторами; C — среда, в которой работает робот; e — объекты с которыми работает робот

тельная» — может, в свою очередь, иметь при себе подсобные специализированные устройства (в том числе — в случае вычислительной системы — и особые машины). Сходным образом и каждое полушарие мозга имеет ряд специализированных отделов (затылочный, теменной, височный, лобный), каждый из которых ведает различными функциями. Двучленность комплекса (как машинного, так и состоящего из двух полушарий) нисколько не исчерпывает его описания (даже на уровне общей структуры или «макроструктуры»), но дает исходную схему для описания.

Предположение о том, что работу головного мозга можно в определенном смысле моделировать именно двухмашинным комплексом, было высказано автором настоящей книги в 1962 г. [19, с. 92]. Реальность такой модели подтверждается в настоящее время как кибернетическими работами по созданию двухмашинных комплексов, так и нейрофизиологическими экспериментами последних лет, полностью перевернувшими взгляды на соотношение двух полушарий мозга.

ДВА ПОЛУШАРИЯ

Согласно традиционным выводам нейрофизиологии, у взрослых людей (в подавляющем большинстве случаев — правшей) левое полушарие считается доминантным — главным. Оно управляет движениями главной — правой — руки и речью (как будет видно из дальнейшего изложения, некоторые важные функции, связанные с речью, исполняет другое полушарие; в этом смысле термин «доминантный» несколько условен). Функции правого полушария, которое у правшей ведаёт левой рукой, до последних лет оставались неясными, хотя удивительная для того времени догадка о них, теперь подтвердившаяся, была высказана английским неврологом Х. Джексоном ещё 100 лет назад. Джексон полагал, что правое полушарие занято прежде всего наглядным восприятием внешнего мира — в отличие от левого полушария, которое преимущественно управляет речью и связанными с ней процессами. Что же касается звуковой речи, правое полушарие, по Джексону, может производить только такие словесные формулы, которые как бы не членятся на части, а целиком служат автоматически произносимым обозначением целой ситуации. «Здравствуйте!», «Пожалуйста!», «Простите!». Проверка и уточнение этой гипотезы оказались возможными лишь недавно благодаря материалу, накопленному при нейрохирургических операциях над мозгом, в частности при рассечении двух полушарий мозга (ср. [149]).

Левое («доминантное» — в традиционной терминологии) полушарие соединено с правым несколькими соединительными путями (рис. 4). Основным из них является мозолистое тело, состоящее из волокон, которые соединяют кору двух полушарий. Кроме мозолистого тела, есть и другие соединительные тракты — комиссуры (передняя комиссура, задняя комиссура, зрительный перекрест — хиазма). Исследование этих соединительных связей, и их расположения может представлять значительный интерес с точки зрения общей кибернетической теории.

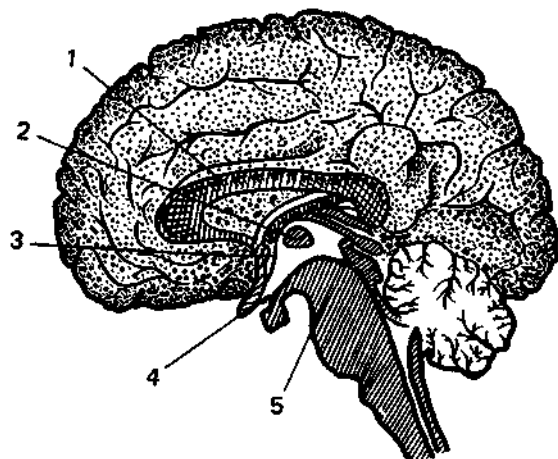


Рис. 4. Соединительные связи между полушариями головного мозга:

1 - мозолистое тело; 2 - промежуточная масса; 3 - передняя комиссура; 4 - зрительный перекрест (хиазма); 5 - задняя комиссура

Геометрическое строение мозга, как предположил еще около 20 лет назад акад. А. Н. Колмогоров, приближается к такому идеальному типу, который может быть теоретически рассчитан для любого комплекса автоматов. Такие автоматы, обменивающиеся между собой информацией, должны располагаться на поверхности шара, тогда как середина шара должна быть занята соединительными связями между ними. Расположение нейронов и их комплексов в коре головного мозга в некотором приближении соответствует этой идеальной модели (рис 5).

Следует заметить, что сама по себе эта кибернетическая проблема значительно шире, чем вопрос о геометрии мозга. Сходные принципы обнаруживаются при исследовании человеческих поселений — от древнейших до современных «сверхгоро-

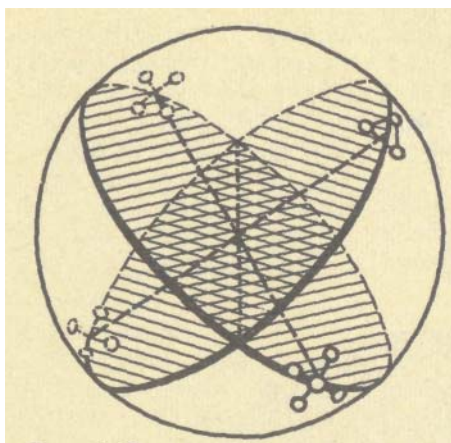


Рис. 5. Расположение автоматов на поверхности шара:

——— связи между автоматами (нейронами) на поверхности; — — — — — внутренние соединительные связи

дов» (мегаполисов). Величайший архитектор XX века Ле Корбюзье всю свою жизнь стремился к созданию строгой науки о градостроительстве - о геометрии города. Он подчеркивал значение «радиально-концентрических форм» города для решения проблемы кризиса городов в машинный век [20, с. 275]. Реальность предложенных Корбюзье проектов больших городов (рис. 6) (начиная с его известного плана трехмиллионного города) подтверждается тенденциями современного строительства сверхгородов.

Эти мысли Корбюзье близки и к тем идеям математиков

об идеальной геометрии коллектива автоматов, которые согласуются со структурой человеческого мозга. Понимая под бионикой ту родственную кибернетике (если не входящую в кибернетику) область современного знания, которая ищет в живых системах модель для технических решений, можно было бы сказать, что в духе бионики мозг человека оказывается моделью для сверхгородов будущего.

Пользуясь этими архитектурными сопоставлениями, можно сказать, что ближайшую аналогию к головному мозгу человека (как бы срез его модели на плоскости) представляют селения первобытных племен: в них (как у индейцев бороро в Бразилии) круг, образуемый хижинами на периферии, делит-

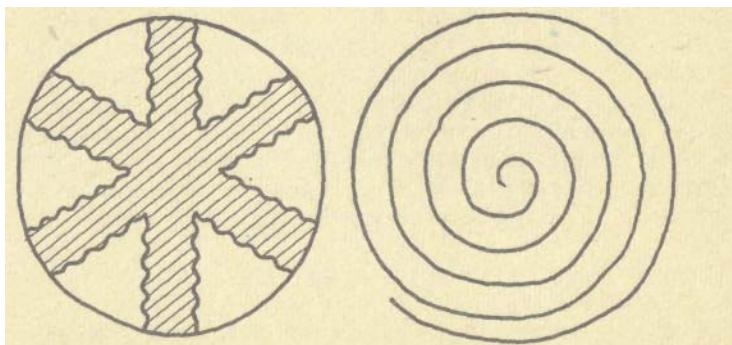


Рис. 6. План «идеального» города по Корбюзье

ся пополам между двумя половинами племени, тогда как в центре находится место встреч членов обеих половин (рис.7). В человеческом мозге роль такого места встреч играют соединительные пути между двумя полушариями — такие, как мозолистое тело.

Если вернуться к аналогии с двухмашинным комплексом и использовать терминологию теории вычислительных систем, то можно сказать, что мозг в норме представляет собой неразделимую систему из двух функционально разнородных «машин» — полушарий. Разделение этих полушарий, исключительно важное для выявления функций каждого из них, оказалось возможным при операциях, когда для лечения эпилепсии перерезались соединительные тракты между полушариями (рис. 8).

При этом был открыт поразительный факт: два полушария начинали вести себя как две независимые друг от друга системы или как «два мозга» по формулировке Газаниги — одного из крупнейших исследователей, проводивших эти операции.

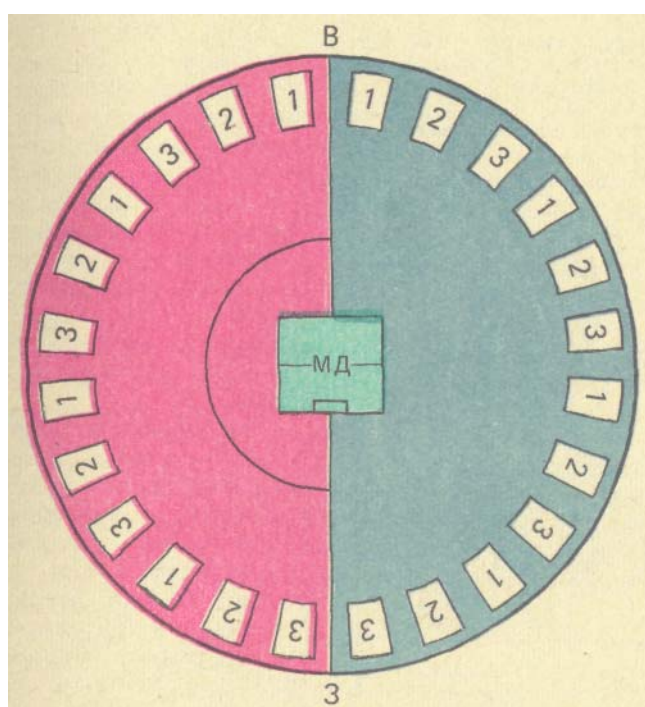


Рис. 7. План селения индейцев бороро в Бразилии:

МД — мужской дом; 1 — высший брачный класс внутри клана; 2 — средний брачный класс внутри клана; 3 — низший брачный класс внутри клана

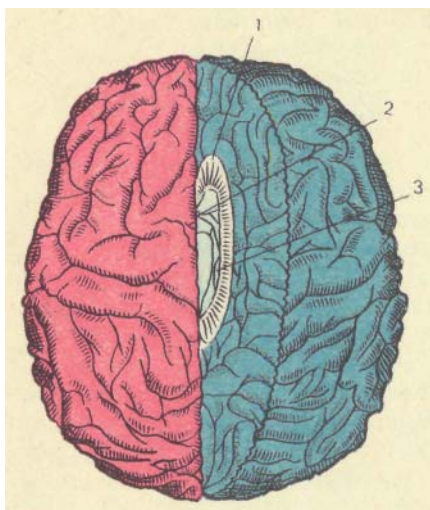


Рис. 8. Два полушария головного мозга, разделенные нейрохирургом для лечения эпилепсии:

1 — мозолистое тело; 2 — передняя коммиссура, 3 — коммиссура гиппокампа

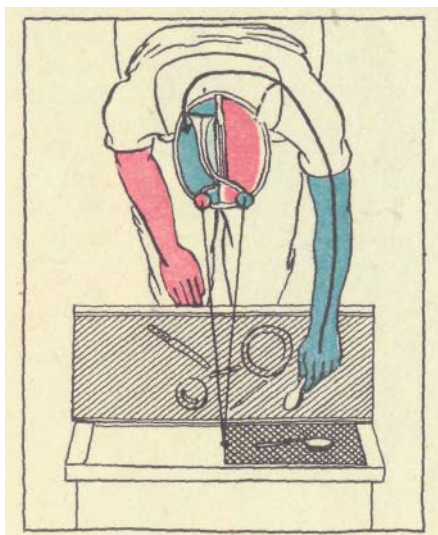


Рис. 9. Эксперимент, позволяющий определить функции двух полушарий мозга

Всего нагляднее это обнаружилось в поведении одного больного, который левой рукой начал в ярости трясти свою жену, а правой рукой (в буквальном смысле не знавшей, что и зачем творит левая) помогал жене усмирить свою же левую руку. Большинство больных, перенесших операцию рассечения мозолистого тела и других соединительных трактов (коммиссур), ведет себя как нормальные люди. Более того, было обнаружено, что некоторые люди рождаются с разъединенными полушариями, что не мешает им жить. Исследование таких больных позволило немецкому неврологу Х. Липману еще до первой мировой войны выявить некоторые характерные особенности каждого полушария. В то время на эти работы не было обращено должного внимания. Лишь много позднее вновь было установлено, что разъединение полушарий позволяет поставить такие эксперименты, которые проясняют функции каждого из двух полушарий [21, 22].

Эксперименты основаны на том, что в норме правая половина поля зрения проецируется в левое полушарие мозга, а левая половина — в правое полушарие. Если у больного рассечен зрительный перекрест, где встречаются зрительные волокна, ведущие от глаз к мозгу, то правое полушарие будет связано только с левым глазом и получать информацию только от него, тогда как левое полуша-

рие будет получать информацию только от правого глаза (рис. 9). Когда на экране для левого глаза (для правого полушария) вспыхивает изображение ложки, больной должен найти ложку среди других предметов за экраном, что он может сделать левой рукой, управляемой правым полушарием. Эту задачу он решает легко. Но назвать ложку «ложкой» он не может, потому что название предметов относится к функциям левого полушария.

В последнее время проведена большая серия экспериментов того же типа над людьми с нерасщепленными полушариями, которая в целом дала сходные результаты и привела к выводу о еще более слабых языковых возможностях правого полушария в норме [23]. Клинические данные о функциях каждого из двух полушарий извлекаются также из наблюдений над больными с травматическими поражениями одного из полушарий. Это давно уже позволило определить связь доминантного полушария с речью при дальнейшем подразделении функций разных отделов коры доминантного полушария: одни отделы отвечают за анализ звуков речи, другие — за их синтез. Связь левого полушария с анализом речи, а правого — с решением пространственных задач у нормальных людей (правшей) подтверждается также посредством электроэнцефалографических данных (при нескольких электродах, установленных на поверхности каждого полушария) и регистрации движений глаз [24]. Эти же результаты подтверждены при кратковременном выключении одного из полушарий (с помощью электросудорожного шока), в частности при лечении психических болезней [25].

У нормального взрослого человека (с нерасщепленными полушариями) правое полушарие (или «правый мозг») можно считать почти совершенно немым: оно может издавать лишь нечленораздельные звуки, подобные реву и визгу. Правое полушарие в очень небольшой степени может понимать обращенную только к нему речь — преимущественно лишь отдельные сущительные и словосочетания и самые простые предложения (не членившиеся на элементы, как «Спасибо»). Но при этом именно правое полушарие хранит в себе такие сведения, которые позволяют толковать смысл слов: оно понимает, что стакан — это «сосуд для жидкости», а «спички» «используются для зажигания огня» [23].

Если воспользоваться принятым в семиотике (науке о знаках, системах знаков и текстах) выделением в словах — знаках естественного языка — их «означающей стороны» (звучания) и «означаемой стороны» (значения), то можно сказать, что правое полушарие преимущественно занято означаемой стороной знаков (рис. 10).

Когда у глухонемого человека страдает левое полушарие

мозга, правое сохраняет образный язык жестов (каждый из которых передает особое значение как отдельное слово), а способность пользоваться пальцевой азбукой (в которой каждый знак соответствует букве письменного языка) и устным языком, которому обучен глухонемой, теряется. Из этого видно, что в правом полушарии смысл слов («означаемая сторона» знаков или их значения) хранится в такой форме, которая не зависит от их звуковой оболочки. Этот вывод подтверждается и резуль-

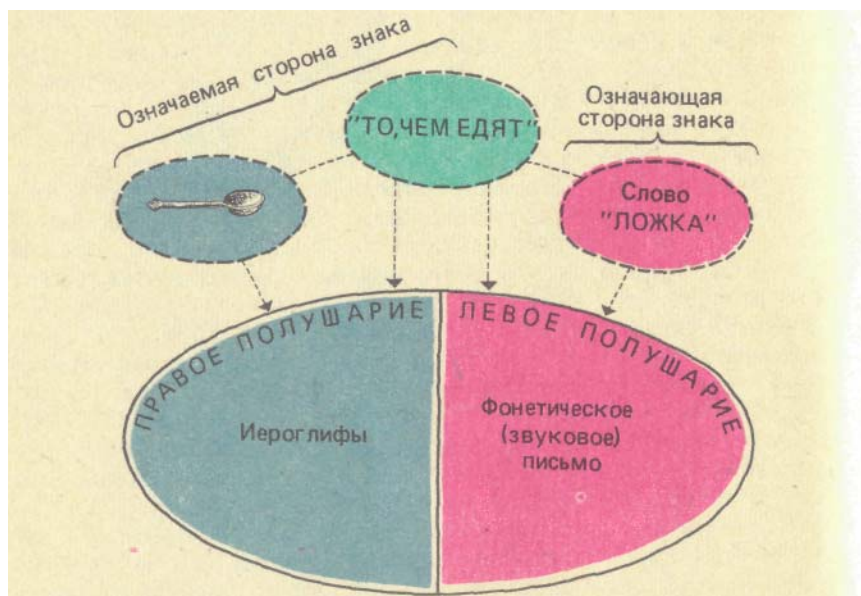


Рис. 10. Означаемая и означающая стороны знака и полушария мозга

татами поражения левого полушария у японцев. Грамотные японцы пользуются одновременно иероглификой — понятийным словесным письмом, в котором каждое значение передается особым иероглифом, и слоговой азбукой, записывающей звучание слов, но не их смысл. При поражении левого полушария у японцев страдает слоговое письмо (хирагана и катакана) но не иероглифика [26, 151] (рис. 10, 11).

То, что правое полушарие занимается значениями слов а не их звучаниями в естественном языке, хорошо согласуется с данными о других его функциях. Больные с нарушениями нормальной работы правого полушария не могут разложить картинки так, чтобы получить связный рассказ (т. е. сделать именно то, что необходимо для пользования иероглификой!)

Поражение правого полушария делает невозможным запоминание (как бы «впрок») бессмысленных рисунков и незнакомых лиц [27, с. 257—258] и узнавание знакомых лиц, даже членов собственной семьи [28, с. 462-463].

Это расстройство зрительных образов связано главным образом с поражением височной доли правого полушария. Когда в той же области этого полушария возникает активное поле, связанное с эпилептическим припадком, больной видит зрительные галлюцинации. Их можно вызвать и стимулируя мозг больного в том же участке правого полушария электродами.

Соответствующие области левого полушария специализированы именно на обработке речевых звуков. Это полушарие участвует и в различении других, неречевых звуков, но достаточно сложным образом: при восприятии звуков, различающихся по высоте, у правшей восприятие высокого тона связано с правым ухом, т. е. с левым (доминантным — речевым) полу-

ОЗНАЧАЕМАЯ СТОРОНА	ОЗНАЧАЮЩАЯ СТОРОНА		
	в иероглифи - ческом письме	в слоговом письме	написание у афатика
'ЧЕРНИЛА'		inky (inky)	kinsu
'УНИВЕРСИТЕТ' (= 'Высшее образование')		daigaku (daigaku)	(tai)
ТОКИО (= 'Восточная Столица')		tokyo (tokyo)	(tow)

Рис. 11. Расстройстве слогового письма при афазии (поражении речевой зоны Брока) у японца.

шарием, а восприятие низкого тона — с правым (неречевым) полушарием. То обстоятельство, что это определенным образом зависит от доминантности полушария, видно из опытов, судя по которым у левшей — ситуация обратная; при исследовании этих музыкальных иллюзий, по-видимому, выявляются более сложные классификационные функции левого полушария, отличающиеся от простого частотного анализа. Предполагается, что восприятие высоких тонов соотносено с тем полушарием, которое занимается обработкой звуковых сигналов естественного языка [29].

Возможно, что специализированные устройства в левом полушарии мозга используются одновременно как для частотного анализа звуков речи [30, с. 241, 337], так и для анализа

определенного типа неречевых звуков (высоких тонов). Что же касается сложных неречевых звуков, их восприятие у правшей преимущественно осуществляется правым (неречевым) полушарием [25; 29, с. 103], которое управляет и интонацией (высотно-мелодической стороной) устной речи. Оно же в основном ведает и высшими творческими музыкальными способностями, потому что амузия (потеря этих способностей) наблюдается при поражении правого (неречевого) полушария.

А. Р. Лурия и его сотрудники описали случай, когда известный композитор после кровоизлияния в левом полушарии с нарушением кровообращения в системе левой средней мозговой артерии потерял дар речи и затем восстановил его частично, но при этом вполне сохранил способность к музыкальной композиции (трудности вызывало у него лишь сочинение вокальной музыки, в которой существенным компонентом является звучащая речь). Этому соответствовало то, что левая рука сохраняла всю свою подвижность, тогда как правая была парализована. Смысл слов был понятен больному, если ему показывали зрительные изображения. Примечательно, что письмо у него было затруднено, но техника музыкальной записи была безупречной [31]. Ранее была описана сходная история болезни композитора Равеля.

Наблюдения над многими музыкально одаренными людьми в норме позволили прийти к выводу, что правое полушарие ведает музыкальным творчеством, тогда как левое может анализировать музыку с помощью словесных и буквенных обозначений [32, с. 102—105; 150].

К числу функций правого (неречевого в норме у правшей) полушария, кроме восприятия таких конкретно-пространственных образов, как лица людей, понимание смысла слов, сочинение музыки, относится и управление многими сложными действиями: одеванием, пользованием ножницами, складыванием кубиков. Очень упрощая, можно было бы сказать, что в программах исполнения команд робота из Лаборатории искусственного интеллекта Стенфордского университета, который поднимает кубики и может поставить их один на другой [17], моделируются некоторые из функций правого полушария.

Правое полушарие занимается управлением движениями человека в конкретном времени и в конкретном пространстве. Если воспользоваться кибернетической аналогией с двухмашинным комплексом, то можно сказать, что правое полушарие напоминает машину, работающую в режиме реального времени. При поражении задней теменной области правого полушария больные теряют восприятие левой стороны своего тела и прилегающей части пространства.

Исследования последних лет позволяют предположить, что эта особенность правого полушария восходит к самым ранним этапам эволюции предков человека. У человека отсутствие ориентировочного рефлекса на стимулы, приходящие с левой стороны, при поражениях правого полушария связывается с путями, соединяющими кору этого полушария с древними глубинными частями мозга [24, с. 286—302]. Древность этого явления подтверждается тем, что аналогичный эффект был обнаружен при экспериментах на обезьянах. У обезьян нейроны задней (и средней) теменной области каждого из полушарий связаны с управлением вниманием животного по отношению к предметам, расположенным со стороны, противоположной данному полушарию [24, с. 289—291; 28, с. 466—467].

У человека это явление в форме, близкой к древней, сохраняется только в правом полушарии. При поражении соответствующих теменных областей левого полушария возникает неумение различать категории левого и правого и соответствующие им обозначения (слова со значением «левый» и «правый»), нарушение способности воспринимать собственные пальцы рук («пальцевая агнозия») и связанных с пальцами ранних культурных навыков — счета («акалькулия» — потеря способности считать) и письма («аграфия» — неумение писать) — явления, которые ранее объединялись термином «синдром Герстмана» (по имени немецкого невролога, установившего в 1930 г. возможность их совместного появления). Но каждое из этих явлений может появляться и отдельно от других, лишь иногда ему сопутствующих. Общим для всех явлений, обозначавшихся как «синдром Герстмана», является то, что они связаны с восприятием пространства опосредованно — посредством слов (названия «левый» и «правый», названия пальцев и числительные, во многих языках образованные от названий пальцев). Левое полушарие называет словами левую и правую стороны пространства, тогда как правое полушарие непосредственно в них ориентируется.

Моделирование соотношений между правым и левым полушарием могло бы быть достигнуто в таком машинном комплексе, в котором языковой «процессор» (специальное устройство для обработки речевой информации) был бы соединен с функционально от него отличным автоматом. Последний должен был бы работать в режиме реального времени и локализовать в конкретном пространстве — времени все процессы, описываемые в языковых высказываниях (рис. 12).

Структура языкового «процессора» обнаруживается при поражениях разных участков коры левого (доминантного) полушария [33]. Эти поражения ведут либо к «моторной афа-

зии» - - нарушению процессов синтеза речи, связываемых с зоной Брока (рис. 13), с дальнейшими подразделениями на отделы, вызывающие разные подтипы моторной афазии, либо к «сенсорной афазии» -- нарушению процессов анализа речи, связываемых с зоной Вернике (рис. 13).

При нарушении процессов синтеза речи смысл слова может не разрушаться, тогда как при нарушении процессов анализа речи обнаруживаются тяжелые расстройства значений слов, хотя речь остается грамматически правильной. Эти факты,

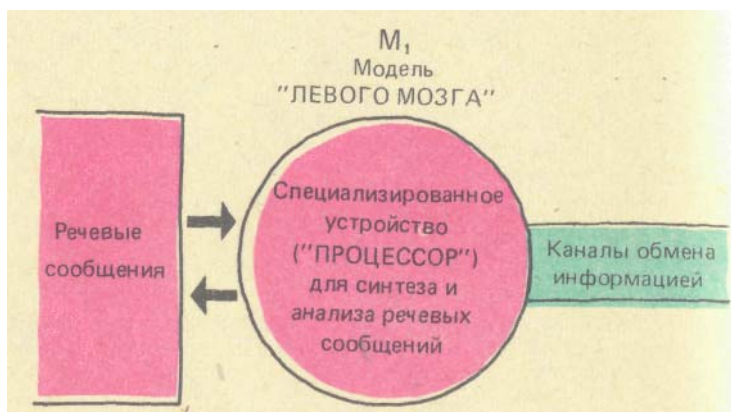


Рис. 12. Предлагаемая схема двухмашинного комплекса, моделирующего языковые функции двух полушарий

открытые еще в прошлом веке (Брока в 1865 г. и Вернике в 1874 г.), но уточненные исследованиями последующего столетия [34, с. 834—843], показывают, что речевое полушарие внутри себя имеет достаточно сложную систему специализированных устройств ввода (анализа, зона Вернике) и вывода (синтеза, зона Брока) речевой информации.

Расстройства, вызванные поражениями систем ввода, имеют черты, общие с нарушениями работы правого (неречевого) полушария, что можно объяснить в общем случае нарушением путей получения информации, нужной для объединения означаемой и означающей сторон знака (ср. рис. 10). В обоих случаях затрудняется ввод данных в левое полушарие: при поражении зоны Вернике нарушается ввод слов в их звуковой форме, при поражениях правого полушария затруднен ввод данных, необходимых для понимания значений слов. Поэтому нарушения значений слов при поражении зоны Вернике, занимающейся в основном анализом означающим стороны, отчасти аналогичны тем нарушениям значений, которые вызваны отсутствием

информации из правого полушария, где хранятся данные об означаемой стороне знаков. Это показывает, что различные механизмы могут вести к внешне сходным последствиям.

Исследование афазии давно привело к наблюдению, имеющему исключительное значение для уяснения соотношения между функциями левого и правого полушария. С присущим ему блеском этот вывод изложил Выготский: «Во Франкфуртском институте были впервые описаны случаи, когда больной, страдавший правосторонним параличом, но сохранивший возможность повторять произносимые перед ним слова, понимать



речь и писать, оказывался не в состоянии повторить фразу: «я умею хорошо писать моей правой рукой», — но всегда заменял в этой фразе слово «правой» словом «левой», потому что он в действительности умел писать теперь только левой рукой, а правой писать не умел. Повторить фразу, которая включает в себе нечто несоответствующее его состоянию, было для него невозможным» [35, с. 341].

Связь воображения с речью, открытая в этих наблюдениях Блейлера и его школы и подтвержденная анализом детской психологии, важна прежде всего потому, что здесь отчетливо обнаруживается различие между левым речевым полушарием, не прикрепленным к конкретной ситуации, и правым полушарием, всегда оперирующим только в реальном времени. Для правого полушария все его высказывания должны быть истинными — ложными могут быть только утверждения левого полушария.

Этот вывод чрезвычайно важен для уяснения соотношений между левым полушарием и логикой, в частности двузначной,

основанной на различении истинных и ложных высказываний. Логические системы позволяют на основании определенных правил установить, является ли полученное (из истинного или ложного) высказывание истинным или ложным. Не приходится сомневаться в том, что такие правила (как и само категориальное разграничение истины и лжи) могут быть соотнесены именно с левым полушарием. Логический критерий истинности — ложности не имеет ничего общего с той адекватностью некоторым реальным ситуациям, которая составляет характерную черту поведения правого полушария в целом, не

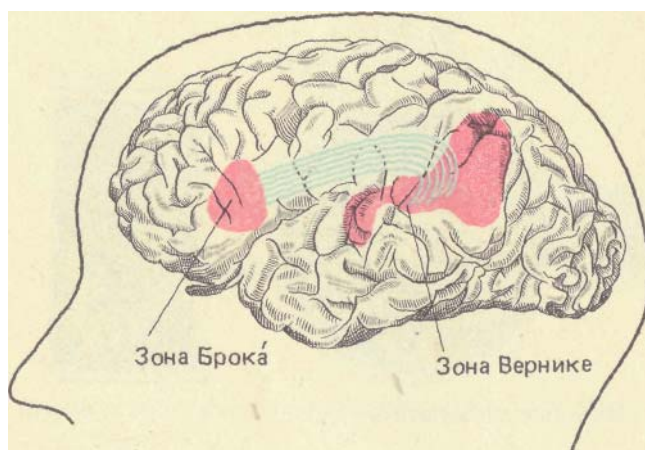


Рис. 13. Специализированные устройства для ввода (зона Брока) и вывода (зона Вернике) устной речи в левом полушарии

способного отрешиться от конкретной специфики данной ситуации.

Поэтому едва ли можно считать удачной ту кибернетическую модель мозга, которую недавно предложил М. Арбиб. Критикуя подход, при котором информация, вводимая в машину, обязательно задается в языковой форме. Арбиб предложил несловесную модель, оперирующую непосредственно с сигналами из среды. Но машина Арбиба настолько же далека от человеческого мозга, как далеки от поведения обычного человека те мудрецы из Лапуты в «Путешествиях Гулливера» Свифта, которые решили не пользоваться словами, а всякий раз показывать ту вещь, о которой идет речь.

Если модель должна воспроизводить существенные черты общей структуры мозга, то в ней нужно добиваться соединения несловесной «исполнительной» подсистемы, работающей в ре-

жиме реального времени и в этом отношении аналогичной правому полушарию, с планирующей «законодательной» подсистемой, которая в существенной степени занята построением языковых (и логических) высказываний. Функции такой подсистемы в известной мере были бы аналогичны роли левого полушария.

ГРАММАТИКА И СМЫСЛ

Грамматический анализ (разбор) и синтез (порождение) предложений, с одной стороны, и смысловой анализ и синтез речевых высказываний, с другой, в центральной нервной системе разделены между двумя полушариями. Левое полушарие анализирует (разбирает) и синтезирует (порождает) предложения, используя всю грамматическую информацию и лишь ту (относительно небольшую) часть информации о значении слов, которая прямо примыкает к грамматике. Так, к функциям левого полушария относится различение предлогов «над» и «под» — не по отношению к конкретной модели мира, а в достаточно общем смысле, пригодном для любых ситуаций, где применимы эти слова.

Конкретная смысловая информация о внешнем мире, содержащаяся в толковых словарях естественных языков (и в аналогичных «тезаурусах» информационных машин), хранится и обрабатывается в правом полушарии. Приблизительную количественную оценку числа словарных единиц в этом массиве информации можно попробовать получить на основании данных о том, что словарь иероглифов (письменных знаков, передающих смысл отдельного слова) и соответствующих им различных жестов (в языке глухонемых) хранится в правом (неречевом) полушарии.

Как показывает лингвистическая статистика, число знаков в таких словарях (например, в полном словаре китайских иероглифов) можно оценить как $k \cdot 10^4$ (при $1 \leq k \leq 10$), где k — коэффициент, определяемый многообразием сфер употребления языка или «энциклопедичностью» передаваемых с его помощью сведений. Величина $k \cdot 10^4$ близка к среднему размеру неспециализированного словаря слов естественного языка.

Реальный объем той словарной (смысловой) информации, которая хранится в правом полушарии, значительно больше, потому что при каждом слове, очевидно, запоминаются ассоциированные с ним «толкования» или «пояснения» этого слова, в частности с помощью соответствующих зрительных (или вообще пространственных) и иных образов. Значительная часть этой информации (в отличие от собственно языковой) кодиру-

ется в правом полушарии в несловесной форме, что особенно затрудняет сколько-нибудь реальную количественную оценку. Оценить только лишь длину (в словах) словарного толкования типа «стакан» — «сосуд для жидкости» недостаточно, потому что, кроме этой информации, со стаканом ассоциированы в правом полушарии и конкретные образы разных стаканов, виденных или использованных человеком на протяжении его жизни. Кроме того, очень большое (если не преобладающее) число зрительных и иных конкретно-пространственных образов, хранящихся в правом полушарии, может описываться не одним словом, а двумя (например, «железная дорога») или целыми предложениями, а то и пространственными текстами.

Но число порядка $k \cdot 10^4$ позволяет очень приблизительно охарактеризовать те связи между двумя полушариями, которые касаются словаря естественного языка. Каждое из слов этого словаря в целом, хранящегося со всей конкретной смысловой — не собственно языковой — информацией в правом полушарии, должно иметь свое представительство в левом полушарии. В нем хранятся звуковые и буквенные (в современных письменных языках, где буквы соответствуют с той или иной степенью точности звукам) формы этих слов с соответствующей грамматической и абстрактной смысловой информацией.

То, что именно левое полушарие является хранилищем конкретных «оболочек» слов, отчетливо видно из новейших работ, посвященных функциям левой лобной доли мозга (в отличие от правой, нарушение работы которой ведет к потере способности изобретать любые произвольные фигуры). При поражении левой лобной доли больной теряет способность быстро воспроизводить слова заданной длины, начинающиеся с определенной буквы [28, с. 468]. Способность, дающая возможность заполнять клетки кроссворда, принадлежит левому полушарию, тогда как правое хранит в себе ключ к кроссворду — сведения о реальном мире.

Число порядка $k \cdot 10^4$ характеризует, таким образом, набор словарных соответствий между левым и правым полушариями, хотя этими соответствиями отнюдь не исчерпывается та информация, которой два полушария могут друг с другом обмениваться. Особый интерес представляет вопрос о форме, в которой информация из одного полушария передается в другое.

На основании опытов на животных (главным образом обезьянах и кошках) высказывается гипотеза, по которой при наличии мозолистого тела информация записывается в одном полушарии (речевая — в левом, пространственная — в правом) и по мозолистому телу передается из этого полушария в противоположное [24, с. 75—86]. Частичное доказательство этой

гипотезы от противного дает открытие Сперри, недавно подтвердившего, что при врожденном отсутствии мозолистого тела одинаковая речевая информация записывается в обоих полушариях [36].

При передаче по соединительным путям (комиссурам) информации из одного полушария в другое наблюдается явление зеркально симметричного воспроизведения. Наглядным примером может быть зеркальное письмо (в частности, у левшей), при котором правое полушарие воспроизводит зеркальный образ символа (буквы), находящегося в левом [32].

Эксперименты на обезьянах показали, что разрушение части одного полушария, вызванное воздействием алюминиевой пасты, передается при участии мозолистого тела в зеркально соответствующую часть другого полушария. Предполагается, что причиной изменений в этом последнем может быть видеоизмененная рибонуклеиновая кислота [37, с. 63], в которой многие видят носителя памяти.

Память человека во многом определяется наличием соединительных связей между левым полушарием, в котором хранятся слова в их звуковых оболочках, и правым полушарием с его запасом зрительных образов. Это наглядно видно на примере чудодейственной памяти С. В. Шерешевского. Объясняя способности своего восприятия слов, позволяющие ему запоминать разные их комбинации, он говорил: «Когда я услышу слово «зеленый», появляется зеленый горшок с цветами; «красный» — появляется человек в красной рубашке, который подходит к нему. «Синий» — и из окна кто-то помахивает синим флажком»... [38, с. 20].

Самые тонкие наблюдатели психической жизни человека — писатели, мыслители, художники — описывают ее как непрерывный поток зрительных образов, у многих людей напоминающий кинофильм, который человек непрерывно смотрит внутри самого себя. Согласно представлению о правом полушарии как основномместище зрительных образов, именно там этот кинофильм и должен разворачиваться. Тогда осмысление человеком любого словесного высказывания можно было бы представить себе как установление соответствий между этим высказыванием и определенным отрезком кинофильма. По аналогии с моделями, предложенными для перевода с одного языка на другой [39, с. 11--12], можно предложить обозначения: T_l — множество словесных высказываний, T_r — множество фрагментов «внутреннего кинофильма», f_l — функция, отображающая T_r на T_l .

Для каждого фрагмента t , входящего в T_r ($t \in T_r$), может быть составлено его словесное описание t' , такое, что $t' \in T_l$. Для осмысленных высказываний на естественном языке спра-

ведливо и обратное: каждому высказыванию t' ($t' \in T_1$) можно сопоставить некоторое t ($t \in T_r$). Нет доказательств тому, что перевод осмысленного высказывания во фрагмент кинофильма и обратно может осуществляться пословно: скорее, можно предположить более сложный характер функции f_i .

Некоторые указания относительно характера кодирования значений в T_r могут быть извлечены, например, из строения иероглифов в таких письменностях, как китайская. Особые знаки для передачи глаголов в этих системах письма могут и отсутствовать, их могут заменять сочетания двух знаков, обо-

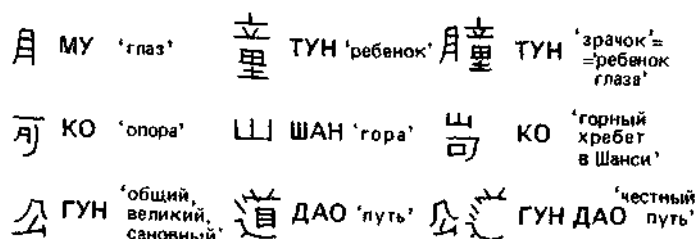


Рис. 14. Сложные иероглифы, получаемые с помощью «монтажа» простых

значающих предметы и соответствующих в звуковом языке существительным: знаки для «уха» и «двери» вместе могут означать «слушать» («подслушивать»), знаки для «воды» и «глаза» вместе могут означать «плакать» и т.д. (рис. 14). Такой способ изобразительной передачи того, что казалось бы неизобразимо, в иероглифических системах письма исследовал С. М. Эйзенштейн (1898—1948)—один из крупнейших наших режиссеров и теоретиков кино. По его мысли, такой монтаж изображений предметов может передавать любую сколь угодно сложную идею и вместе с тем соответствует ходу ассоциативного мышления, где глагол рождается из столкновения двух результатов — начального и конечного [40, с 153].

Австрийский (а позднее английский) логик Витгенштейн, оказавший огромное влияние на современный логический анализ языка, считал, что в каждой языковой картине мира сцепление двух предметов передает отношение между ними (т. е. соответствует по смыслу глаголу). Эти гипотезы представляют особый интерес в свете новейших данных, по которым правое полушарие (недоминантное) почти не понимает глаголов в отличие от существительных. Зрительные и пространственные образы, которыми занято правое полушарие,— это прежде всего образы предметов. Свойства и признаки, а также действия позднее выделяются при анализе образов предметов.

«Безглагольность» (именной или телеграфный стиль) характерна и для некоторых типов расстройств речи при сенсорной афазии (расстройствах ввода). Один из больных с афазией этого типа, исследовавшихся в Институте нейрохирургии им. Бурденко, рассказывая о своей службе во флоте, не мог употребить без подсказки ни одного глагола: *война... моряк... крейсер... Ленинград... год, два, три... корабль уже... крейсер большой... много мальчиков* (в смысле: мужчин)... *народа много* (воспроизвожу повторенный больным дважды рассказ по двум записям, сделанным мной 15 лет назад).

Хотя в подобных особых случаях психологический механизм, позволяющий говорить одними существительными без глаголов, выступает особенно отчетливо из-за недуга, не подлежит сомнению, что и у здоровых людей в норме всегда существует эта возможность. Иначе трудно было бы объяснить, почему оказывается возможным использование именного (безглагольного) стиля для передачи внутреннего хода ассоциаций. Так, Достоевский в конце «Кроткой» сбивчивый внутренний монолог вдовца, жена которого только что покончила с собой, передает последовательностью безглагольных именных предложений: *«Только одна эта горстка крови». Десертная ложка, то есть. Внутреннее сотрясение*. Любопытно, что Эйзенштейн именно в таких местах «Кроткой» видел наибольшее приближение к тому внутреннему ходу ассоциаций, которые он сам (вслед за «Улиссом» Джойса) хотел передать в своем киноискусстве [40. с. 120—121].

В поэзии XX века как русской, так и западноевропейской [41], именной стиль стал характерной чертой крупнейших лирических поэтов. Хотя он был намечен уже у таких больших лириков XIX века, как Фет (достаточно напомнить его «Шепот, Робкое дыханье...», «Это утро, радость эта»), его распространение связано с поздним периодом творчества Блока. Именной стиль обнаруживается в тех стихотворениях, строфах, строках, где выступает запись ощущений поэта как таковая:

Ночь. Улица. Фонарь Аптека

Бессмысленный и тусклый свет.

В. Б. Шкловский вспоминает слова Блока о том, что ему самому писание стихов напоминало перевод текста на его собственном языке в текст на языке обычном, причем иногда перевод не доводился до конца. Можно предположить, что именным стилем часто писались наиболее индивидуально-лирические фрагменты, как бы сохраняющие строение первоначального текста.

В современном русском языке именные предложения всегда воспринимаются в плане настоящего времени. В них можно

видеть конкретную пространственно-временную локализацию речи, что подчеркивается и частым включением указательного местоимения этот. Поэтому с чисто лингвистической точки зрения кажется вероятной гипотеза о том, что в именном стиле могут сказаться характерные черты значений, соотносимые с правым полушарием, которое связано с ориентацией в реальном пространстве — времени.

Известный французский математик Р. Том, занимающийся построением топологической модели языка, высказал гипотезу, по которой так называемая «глубинная структура» языка (основное смысловое строение фразы) — это наше чувственное восприятие внешнего мира, тогда как «поверхностная структура» (отражаемая в реальных грамматических формах) принадлежит самому языку [42, с. 121]. Это предположение с точки зрения структуры мозга равносильно допущению, что зрительные и другие наглядные восприятия, образующие «кинофильм», демонстрируемый в правом полушарии, описываются посредством звукового языка в левом полушарии.

ГРАММАТИКА ЛЕВОГО ПОЛУШАРИЯ

Благодаря хранящейся в левом полушарии грамматической информации оно может манипулировать словами, сочетая их самыми разнообразными способами. В естественном языке грамматически правильные сочетания слов далеко не всегда являются осмысленными. Это было отчетливо выявлено в современной математической теории грамматик, где поэтому строго различается грамматическая правильность и осмысленность: достаточно напомнить хрестоматийный пример Н. Хомского «Зеленые идеи яростно спят». Математическая теория грамматик вся строится на описаниях грамматически правильных предложений, которые могут быть заведомо и неосмысленными.

Математическая теория грамматик нашла особенно широкие приложения в теории языков программирования для вычислительных машин [39]. Существенной идеей теории является разграничение нетерминальных (вспомогательных или промежуточных, собственно грамматических) символов, содержательно соответствующих синтаксическим категориям (предложение, группа сказуемого, группа подлежащего, имя существительное, глагол), и символов терминальных, соответствующих конкретным словам языка. Вывод предложения в порождающей грамматике начинается с самых абстрактных нетерминальных символов [например, символ, соответствующий содержательно предложению (Пр), может быть заменен сочетанием символом

ГрИм — Группа Имени (подлежащего), и ГрСк — Группа Сказуемого]. В конце вывода должна быть получена цепочка терминальных символов—конкретных слов (рис 15).

Быстрому развитию математической теории грамматик способствовало то, что, как обнаружил в конце 50-х годов нашего века Н. Хомский, хорошо к этому времени разработанный аппарат математической логики отвечает требованиям теории грамматик. Идеей, по существу новой для грамматик, было рассмотрение правильно построенных цепочек (независимо от их осмысленности) и правил их порождения как основного

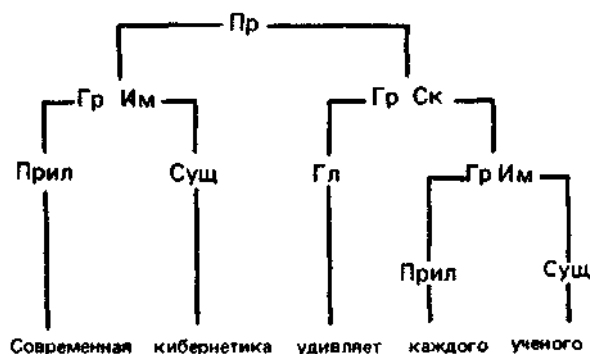


Рис 15. Вывод предложения (дерево в порождающей грамматике)

Нетерминальные символы: Пр — предложение, ГрИм — группа имени, ГрСк — группа сказуемого, Гл — глагол, Прил — прилагательное. Сущ — имя существительное. Терминальные символы: Современная, кибернетика, удивляет, каждого, ученого

объекта лингвистики. На этом пути лингвистика сблизилась не только с логикой, но и с другими науками о знаках, рассматривающими текст как главный предмет исследования (в качестве примера можно сослаться на правила построения фольклорных текстов, разрабатываемые вслед за В. Я. Проппом многими учеными).

В математической теории грамматик грамматики рассматриваются как эквивалентные логическим машинам — автоматам определенных типов, а автоматы — как эквивалентные грамматикам [43, 44]. Этот подход к теории порождающих грамматик приводит к построению автоматной грамматики, представляющей синтез фраз языка как работу определенного логического устройства. Обратная задача — анализ языка — практически очень важная для языков программирования [39], решается на основании понимания распознавания как процесса, обратного синтезу.

Такой подход к грамматикам по существу заложил принципы математической теории соотношения между языком и машиной, к которой в широком смысле примыкают гораздо более общие идеи А. Н. Колмогорова (и Неймана) о связи между программой и объектом, который она строит. Теория грамматик в их отношении к автоматам, бурно развивавшаяся в последние двадцать лет после выхода в свет в 1956 г. первой статьи Хамского, может поэтому оказаться очень важной и для построения языкового «процессора», моделирующего работу левого (речевого) полушария. Тем не менее до настоящего времени теория в основном применялась к искусственным машинным языкам, в особенности к языкам программирования, а не к естественным. Развитие теории грамматик почти целиком осуществлялось математиками.

Ситуацию можно сравнить с той, которая когда-то имела место в математической логике. Начиная с Лейбница, крупнейшие мыслители решали проблемы этой науки как бы «впрок». Лишь в 40-х годах нашего века оказалось, что тем самым были созданы основы для построения современных вычислительных машин. Точно так же абстрактная математическая теория грамматик при дальнейшем ее развитии может явиться мощным инструментом для описания на единой основе разных форм деятельности, которые можно соотнести с работой левого полушария: логического вывода, построения грамматически правильных фраз и решения вычислительных задач. В разной степени каждый из этих видов деятельности уже теперь моделируется с помощью вычислительных машин, представляющих собой аналог левого полушария мозга.

Экспериментальная психология показывает, что человек одновременно может хранить в кратковременной памяти не более 7 ± 2 отдельных дискретных единиц, например слов. В романе Киплинга «Ким» описывается способ тренировки памяти, когда человеку на мгновение показывают несколько камешков и предлагают запомнить, сколько их было. Как ни тренироваться, за один «такт» работы оперативной памяти человеку никак не удастся запомнить больше, чем пять-девять камешков.

Как предположили В. Ингве и Н. Хомский, в грамматике некоторых естественных языков (в частности, английского) наблюдаются те ограничения, наложенные на деревья предложений, которых можно было бы ожидать исходя из этой модели, построенной с учетом данных экспериментальной психологии. В частности, один и тот же нетерминальный символ (например, Гл — глагол) ограниченное число раз может быть заменен сочетанием, включающим тот же символ (Гл): глагол

идти может зависеть от глагола *хотеть* (*хотеть идти*), но от самого глагола *идти* другой глагол уже не может зависеть. Но это еще не проверено строго для многих языков [ср. 44, с. 242, 280].

Можно предположить, что при дальнейшем исследовании проблемы связи объема памяти человека с допустимой формой деревьев предложений нужно будет прибегнуть и к различению двух видов памяти, соотносимых с двумя полушариями. Левое (точнее, доминантное) полушарие, которое в основном и занято построением речевых высказываний, по-видимому, запоминает схемы структуры в гораздо большей степени, чем сами конкретные словосочетания, образующие эти структуры, в отличие от него правое полушарие помнит целостные (глобальные) единства, которые в нем не делятся на составные части.

15 лет назад автор описал одного больного с поражением левого полушария, который сам очень точно сформулировал особенности своей речи: «я не могу по буквам, я могу по словам» [19]. Больные с поражением левого полушария не могут писать отдельные буквы, но могут написать сразу свое имя как единое целое [45], точно так же, как они часто не могут строить новые фразы, но в состоянии произнести стандартное словосочетание — клише.

При исследовании особенностей смысловых ассоциаций у больных после кратковременного выключения левого полушария обнаруживается, что большинство таких ассоциаций составляют стандартные словосочетания — клише. В ответ на слово *голубой* больной говорит: *голубой небосвод*, *голубое небо*, на слово *голодный* — *голодный год*, на слово *страх* — *безотчетный страх* (при выключении противоположного полушария типичными будут ответы, при которых сохраняется смысл слова, передаваемый его синонимом: *голубой* — *светлый*, *голодный* — *несытый*, *страх* — *ужас*). Современная лингвистическая семантика, успешно изучающая возможные правила построения стандартных словосочетаний-клише типа *безотчетный страх*, вплотную подошла к описанию одной из важных языковых функций правого полушария.

Разницу между правым и левым полушариями в этом смысле можно соотнести с различием между грамматическими правилами построения высказываний и словарем, где некоторые высказывания могут храниться как целые единицы.

Постановка вопроса о соотношении грамматики и устройства (автомата), который ею пользуется, уже в настоящее время приводит к некоторым интересным результатам в теории грамматик. В частности, исследованы соотношения между сложностью грамматики (длиной правил и числом нетерми-

нальных вспомогательных символов) и сжатостью вывода в ней некоторой цепочки: сокращение («сжатие» или «ускорение») вывода цепочки приводит к возрастанию сложности правил [44, с 66—70]

Исследования отношений между грамматиками и автоматами уже сейчас составляют один из наиболее разработанных разделов теории искусственных языков программирования [39]. Некоторые из полученных результатов связаны и с опытами машинной обработки текстов на естественном языке. В частности, развитие теории автоматов с магазинной памятью прямо было связано с совершенствованием модели обработки текстов по принципу «последний записанный первым считывается». Этот принцип представляет интерес и для психологии восприятия текста человеком.

Используемые в настоящее время вычислительные машины настолько существенно отличаются от «двухмашинного» комплекса человеческого мозга, что трудно было бы ждать возможности удовлетворительного моделирования всех специфических особенностей человеческого понимания языкового текста на этих машинах. Но принципиально дискретный характер операций, совершаемых над языками (как естественными, так и искусственными — логическими) левым полушарием, делает уже в настоящее время вполне реальной возможность построения таких программ, которые могли бы воспроизводить некоторые процессы анализа и синтеза речи в левом полушарии. Эти процессы включают переработку как грамматической информации, так и такой смысловой, которая непосредственно связана с грамматической.

Многие смысловые категории, в одних языках выраженные особой грамматической формой, в других языках скрыты в словарных значениях слов и словосочетаний: для русского языка значение «заставить кого-нибудь сесть» (на стул и т. п.) выражается особым производным от глагола *сесть* — *усадить*, в других же языках может понадобиться для передачи такого смысла целое сочетание слов. Понятие «иметь» не только во многих естественных языках (как в русском у *меня есть*), но и в логических, связывается с глаголом «быть» (и с квантором существования $\square$).

Весьма вероятной представляется гипотеза, по которой всеми этими смысловыми отношениями, а возможно, и всеми абстрактными глагольными смыслами (типа *дать*), для которых Р. Том предложил топологические модели [42, 46], может ведать левое полушарие, поскольку это — внутриязыковая грамматика смыслов (напомним, что правое полушарие вообще испытывает большие затруднения при восприятии глаголов).

Точно так же логизированный характер таких отношений, как «над»—«под» («верх»—«низ»), делает вероятным отнесение соответствующих слов и их смыслов к компетенции левого полушария. Но проведение четкой границы между такими внутриязыковыми смыслами, которые можно определить в пределах этой грамматики, и значениями, требующими обращения к внешней среде, затруднительно.

При электрошоке, «выключающем» правое полушарие, для больных становятся характерными многочисленные смысловые ассоциации, заменяющие одно слово другим, тождественным или противоположным ему по смыслу: *сытый* — *наевшийся*, *голодный*.

Такие больные легко перечисляют весь набор признаков, которые могут быть у какого-нибудь предмета: *жилище* — *многоэтажное, деревянное, каменное*, они иногда заменяют смысловые ассоциации чисто грамматическими, например, в ответ на слово *забота* говорят *заботиться о ком-нибудь другом*, в ответ на слово *злоба* — *кто-нибудь злится на что-нибудь*.

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПРАВОГО ПОЛУШАРИЯ

Л. Витгенштейн в поздних своих работах пришел к мысли, что грамматика языка определяет абстрактные пространства свойств или качеств известного типа: например пространство цветов, включающее «красный», «синий», «зеленый», пространство звуковых признаков и т. п. Согласно изложению этой мысли Витгенштейна, которое принадлежит Расселу, о какой-нибудь части стены можно сказать, что она красная, или синяя, или зеленая, или что она любого цвета. Последнее утверждение будет ложным, но не бессмысленным в отличие от утверждения, что *стена—громкая*. Пространство цветов задается левым полушарием.

«Пространством» называется собрание всех возможных осмысленных признаков (например, цветовых). Данные внешнего опыта (в терминах двухмашинного комплекса — получаемые правым полушарием) нужны для того, чтобы определить реальный цвет стены— красный, а не синий, тогда как язык задает набор возможностей, из которых человек выбирает не только осмысленное, но и истинное [49, с. 199—200]. В некоторых условиях может быть достаточным только утверждение, что поверхность окрашена в какой-либо цвет [50, с. 191]. На более специальном языке лингвистической семантики это можно назвать явлением нейтрализации смысловых противопоставлений, которые в данном контексте снимаются.

К очень близкому пониманию семантической организации

языка подходит в своей топологической модели Р. Том. Он полагает, что над обычным пространством — временем нашего восприятия (в излагаемой модели характерным для правого полушария) надстраиваются различные языковые пространства («семантические поля») (в данной модели характерные для левого полушария) — такие вторичные более конкретные признаки, как цвета, пространства свойств, образованных на основе евклидова (обычного) пространства (сила, скорость и т. д.), наконец, пространства качеств, связанных с человеческой деятельностью (смелость, осторожность и т. д.) [42, с. 118].

Формализация модели, отчасти сходной с мыслями Витгенштейна, лежит в основе теории семантической информации Бар-Хиллела и Карнапа [43]. Как поясняет Бар-Хиллел основную идею этой теории, «содержанием высказывания признается класс всех возможных состояний мира, которые несовместимы с этим высказыванием» [51, с. 35]. Например, утверждение «Эта стена — красная» исключает утверждение «Эта стена — не красная». Иначе говоря, в теории семантической информации развивается мысль старых логиков, учивших, что «во всяком утверждении заключено отрицание».

В работе Бар-Хиллела и Карнапа вводится логический язык, состоящий из конечного числа η индивидов и π предикатов, которые признаются взаимоисключающими или несовместимыми друг с другом. Описание состояния Z представляет собой конъюнкцию η простых высказываний типа $P(a)$ (« a обладает свойством P »). Каждый предикат соотносится с его отрицанием $P(a)$ (« a не обладает свойством P »). Поэтому всего есть $2\pi\eta$ возможных описания состояния. Для каждого описания состояния Z существует мера $m(Z)$ такая, что

$$0 \leq m(Z) \leq 1.$$

Функция меры понимается Карнапом как абсолютная логическая вероятность. Для неложного высказывания i область $R(i)$ является совокупностью всех описаний состояния, для которых i сохраняет силу. Тогда $m(i)$ определяется как сумма $m(Z)$ по всем Z , которые содержатся в $R(i)$.

Мера семантической информации $\text{cont}(i)$ определяется как

$$\text{cont}(i) = m(i) = 1 - m(\neg i).$$

Как поясняет это определение Бар-Хиллел, «чем больше логическая вероятность утверждения, тем меньше мера его содержания... Наиболее простым математическим отношением, удовлетворяющим этому требованию, является дополнение до 1» [51, с. 38].

По-видимому, построения этого типа представляют собой некоторую формализацию семантических утверждений о действительности, содержащихся в теории Витгенштейна.

Основную трудность представляет разграничение тех логических признаков, которые можно считать внутриязыковыми, и конкретных признаков, определение которых невозможно без обращения и ко всему богатству знаний о внешней среде, хранимых (и демонстрируемых в «кинофильме») в правом полушарии. Сколько-нибудь ясную ориентацию в проблеме соотношения грамматики языка и внеязыковых значений, по-видимому, могут дать такие опыты сравнения всех известных естественных и искусственных языков, которые бы позволили выявить универсалии, присущие большинству грамматик.

Если в каком-либо языке такая универсалия (например, время) выражается не грамматически, а особым словом, ее скорее всего можно отнести к сфере влияния левого полушария. Смысловые преобразования (трансформации по Хомскому) типа *Цезарь умер* → *Цезарь был убит* можно предположительно отнести к области компетенции левого полушария, тогда как преобразования, требующие обращения к сведениям о внешнем мире, типа объяснений многих слов — названий конкретных предметов в толковых словарях, хранятся в правом полушарии.

Увлекательную проблему представляет то, в какой мере синонимические преобразования целых предложений, которыми много занимается современная лексическая семантика, могут быть соотнесены с информацией, передаваемой из одного полушария (правого) в другое (левое) и обратно. Одна и та же картина (например, телефильм о спортивном состязании) может быть описана разными словесными способами, которые в определенном смысле эквивалентны (синонимичны) друг другу.

Синонимические отношения смыслового тождества между знаками, хранимыми в разных полушариях, можно предположить для письменного языка в тех случаях, когда одинаковые смыслы передаются либо иероглифом (например, арабской или римской цифрой 3, III), либо сочетанием букв, которое соотнесено с последовательностью звуков (*три*). Согласно данным, полученным при электросудорожном шоке, установление смыслового тождества между разными иероглифическими обозначениями одного и того же числа (арабской или римской цифрами) осуществляется левым полушарием. Правое полушарие объединяет в одну группу иероглифы одного типа (например, римские цифры), отделяя их от иероглифов другого типа [52, с. 109, 111].

Физический символ *v* употребляется как иероглиф, но соответствующее ему слово устного языка «скорость» не всегда имеет

в точности то же значение, что видно из строки Мандельштама «Свет размолотых в луч скоростей». Такое образное переосмысление математических и других научных терминов происходит не только в искусстве, но и в некоторых научных текстах.

В левом полушарии грамматическая информация хранится в форме, общей для разных языков, видимо, благодаря наличию некоторых генетически передаваемых форм записи этой информации. Как предположил Хомский, с мнением которого согласны и крупнейшие специалисты в области молекулярной биологии [53], существуют общие для всех людей (для *Homo sapiens* как вида) врожденные предпосылки усвоения языка.

Только этим можно было бы объяснить скорость усвоения любого языка двухлетним ребенком, оказывающимся в соответствующей языковой среде, и возможность быстрого усвоения грамматики нового языка после того, как изучен родной язык. Но следует подчеркнуть, что легкость и скорость усвоения относятся именно к грамматике языка (включая и некоторые слова наиболее общего характера), хранимой в левом полушарии, а не ко всем оттенкам значений слов, которые следует соотнести с правым полушарием.

Напротив, усвоение значений слов оказывается процессом чрезвычайной длительности, в какой-то степени не прерывающимся на протяжении всей жизни человека. Как убедительно показали эксперименты Л. С. Выготского и других психологов, для ранних этапов усвоения языка характерно такое соединение разных значений слова в одном комплексе, следы которого достаточно долго сохраняются и позднее.

Особенно отчетливо это явление обнаруживается в младенческом лепете. Отдельные звуко сочетания в этом лепете (еще до усвоения родного языка) служат как бы фамильным именем для целого комплекса предметов, соединенных по случайным признакам. Так, годовалый Костя звуко сочетанием *хъ* называл горячую кастрюлю, горячую лампу, грелку (хотя бы и пустую) и батарею центрального отопления — даже летом, когда она холодная.

У североамериканского индейского племени команчей дети в возрасте примерно от одного до трех лет (пока они не овладели полностью обычным языком племени) творили-со взрослыми на особом детском языке (с очень небольшим словарем — порядка $40 = 2^2 \cdot 10$ слов — и упрощенным звуковым составом). Каждое из слов (и одновременно предложений) характеризовалось широкой комплексностью значений: одно и то же слово ?uma:? (где ? — звук, похожий на последний звук разговорного русского отрицания произносимого как (н'е?) могло означать «красиво!», «хорошо!», «славно!», «дай-ка я тебя причешу!», «дай-ка

я тебя одену!» (слова матери ребенку), «вот красивое платье!», «смотри, вот красивая игрушка!», «любая яркая или цветная вещь, привлекательная для ребенка», «красный», «желтый», «синий» [54, с. 245—246].

Фамильными именами, относящимися к разнородным предметам, оказываются и многие слова бесписьменных языков так называемых первобытных племен. В австралийском языке аранта одно и то же слово *ngu* обозначает корни водяной лилии, скрытые под водой, спящих людей и сон; кости человека (невидимые, как и подводные корни) и вопросительное местоимение, относящееся к человеку, не видимому для говорящего.

Предположение о том, что объединение казалось бы разнородных (со строго логической точки зрения, присущей левому полушарию) предметов в один комплекс характерно именно для правого полушария, может быть подтверждено экспериментально. При электросудорожном шоке, выключающем на время левое полушарие, больной нередко поясняет значение слов, перечисляя все элементы такого комплекса: слово *вода* вызывает у него комплекс — *лето* — *купаться* — *соревнование* — *плавание* — *жарко*: слово *купаться* вызывает у него комплекс *полотенце* — *быть в воде* — *рыбалка*.

Как в истории языка отдельного ребенка после младенчества, так и в истории каждого из естественных языков осуществляется постепенное развитие в сторону таких слов, которые были бы однозначными терминами. На раннем этапе усвоения родного языка ребенок еще не знает значений подавляющего большинства слов, но быстро выучивается их свободному грамматическому соединению. Такая полубессмысленная детская болтовня может считаться хорошей тренировкой тех способностей, которые у взрослого локализованы в левом полушарии.

Подобные грамматически правильные, но не осмысленные тексты под влиянием детской речи проникают и в литературу для детей (например, стихи из «Алисы в стране чудес»). Сходными оказываются и высказывания при некоторых формах шизофрении, что можно было бы связать с известной гипотезой о возвращении при этой болезни к некоторым психическим чертам, присущим раннему детству. Сходные тексты производятся при поражении лобных долей мозга [33, с. 54].

Уточнение смысла тех слов, которыми пользуются ребенок, осуществляется, по выводам Выготского, примерно к школьному возрасту, когда (после усвоения письма) ребенок может пользоваться словами, соответствующими не комплексу разнородных предметов, а некоторому понятию. Развитие от комплексного мышления к логизированному понятийному в терминах двухмашинной модели описывается как развитие от типа, характерного

для правого мозга, к типу, характерному для левого мозга. При выключении левого полушария во время электросудорожного шока больной теряет способность понимания абстрактных терминов, имеющих понятийные значения (*здоровье, злоба, радость, религия* и т. п.), при полном сохранении понимания названий конкретных предметов.

Развитие от комплексных значений к понятийным затрагивает только некоторые слова языка (и в разной мере у разных говорящих). Это развитие приводит в конце концов к искусственным логическим языкам с предельной однозначностью. Но обнаруживаемые уже в парадоксах и проявляемые в теореме Геделя [55] ограничения, наложенные на такие однозначные системы, заставляют полагать, что стремление к однозначности не может дать окончательных результатов не только в естественных языках, но и в искусственных.

Значение одного слова в естественном языке не отграничено резко от значений всех остальных слов. Язык запрещает смешивать значения разных слов только в пределах одной сферы значений: слово *собака* не может быть смешано со словом *кошка*, но уже к человеку (в хулительном смысле) или к воину (в качестве его восхваления во многих древних языках) его вполне легко относят. Благодаря такой свободе в употреблении слов все говорящие понимают друг друга при различиях в возрасте, знаниях, взглядах. Взаимное непонимание (например, при научных обсуждениях) возникает именно при попытках четко разграничить слова.

Нильс Бор, на протяжении всей своей жизни много размышлявший о структуре языка, полагал, что ключевые слова естественного языка, относящиеся к психической деятельности человека, всегда используются хотя бы в двух (если не более) разных смыслах — например, «воля» в значении «желания» и «свободы», «возможности осуществлять желания» (русское *вольному воля*). Бор полагал, что каждое такое слово тем самым относится хотя бы к двум разным «плоскостям» деятельности. Моделью значений слов ему представлялась риманова поверхность поля функций [56].

Несомненно, что принципиально многозначность используется в поэтическом языке. Его особенностью согласно Колмогорову является соотношение $\beta \leq \gamma$, где γ — мера всех синонимических преобразований в данном языке, а β — коэффициент, характеризующий ограничения, наложенные на текст поэтической формой. Энтропия языка $H = \gamma + h$, где h — информационная емкость (мера смысловой информации). Невыполнение неравенства означало бы невозможность выразить заданные мысли в данной поэтической форме.

При существенно увеличивающемся β , характерном для определенных периодов истории литературы, неравенство выполнимо только при существенном увеличении многозначности слов путем образных их употреблений, характеризующих именно поэтический язык. Поэтому, например, сложность строфики (и рифмовки) «Божественной комедии» Данте в известной мере уже обуславливает характер изощренной образности поэмы. Такие образные употребления позволяют достичь «параллельной» передачи нескольких значений в одном слове и вместе с тем повышают величину γ . Оценка последней для обычного языка может быть произведена внутри данного языка при сравнении разных языковых описаний одной и той же ситуации (одного и того же фрагмента кинофильма) или же путем сличения разных переводов одного и того же иноязычного текста. Хотя перевод в принципе осуществляется в пределах чисто языковых, требуемые для него смысловые отождествления не могут избежать обращения к внеязыковой информации.

Согласно гипотезе о работе мозга как двухмашинного комплекса, можно предположить, что поэтическое творчество (как и всякое осмысленное использование естественного языка) осуществляется обоими полушариями. Все собственно языковые (грамматические в самом широком смысле) операции над поэтическим текстом осуществляет левое полушарие, тогда как неязыковая сторона поэтических образов, связанная с поэтическим видением мира, относится к правому полушарию. Весьма вероятно, что с ним же связано и музыкальное оперирование со звуками речи как с неречевыми целостными комбинациями (подбор звуков в целом — в определенном смысле «непрерывном» — тексте, частным и наиболее широко известным случаем которого являются звуковые повторы), хотя установление звуковых ассоциаций между индивидуальными парами слов относится к ведению левого полушария.

ОТ ЖЕСТА К СЛОВУ

В ходе исследования соотношения между функциями левого и правого полушарий установлено, что в индивидуальном развитии каждого ребенка (как и в истории всего человечества как вида) это соотношение устанавливается постепенно.

У современного человека есть генетическое предрасположение к тому, чтобы именно левое полушарие взяло на себя функции речевого. Те части левого полушария, которые у взрослого человека представляют собой специализированные устройства для переработки речевой информации, по величине больше соответствующих частей правого полушария у подавляющего

большинства людей (рис. 16. а). При вскрытии увеличение этих областей отмечено у 65 из 100 нормальных людей, примерно одинаковая величина их (рис. 16, б) — у 24, а обратное увеличение соответствующих частей правого полушария (генетически предопределенная наклонность к тому, чтобы быть левшой с правым речевым полушарием) — у 11 [57, 153].

Число порядка 90% для генетически предопределенного преобладания речевых функций левого полушария получено и по другим данным [58]. Число левшей в разных обществах колеблется вокруг величины порядка 15%, но при этом только

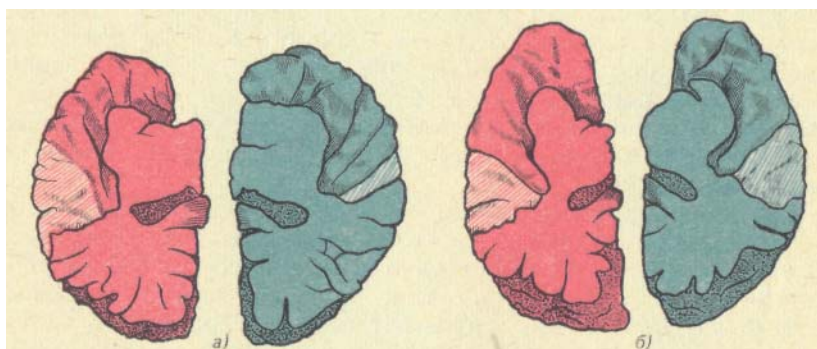


Рис. 16. Морфологическая асимметрия двух полушарий мозга:

а — мозг с преобладанием речевых зон левого полушария, б — симметричное развитие **обоих** полушарий (по Гешвинду)

у 25—50% левшей не только левая рука является основной, но и правое полушарие является речевым. Особенно важно то, что у детей, умерших сразу после рождения, уже есть эта асимметрия полушарий, что подтверждает ее генетическую предопределенность. Левое полушарие уже в младенческом возрасте реагирует именно на речевые звуки.

Но эта возможность реализуется у ребенка не сразу. На самом раннем этапе усвоения речи в этом процессе участвуют оба полушария. У детей-- правшей до пяти лет поражение правого полушария может вести к нарушению речи — афазии. Наоборот, если в этом же раннем возрасте левое полушарие поражено травмой или болезнью, его функции может принять на себя правое полушарие, становящееся речевым.

Эксперименты последнего времени показали, что по положению руки во время письма легко можно отличить левшу с правым речевым полушарием от левши, у которого, как и обычно у правши, речью управляет левое полушарие [34, с. 816] (рис. 17).

В возрасте «от двух до пяти» дети обучаются языку так, что грамматика родного языка закрепляется в речевом полушарии на всю жизнь. Если в этом возрасте ребенок не получает возможности овладеть речью, он лишается способности говорить. «Волчьи дети», подобные Маугли, описанному в «Книге джунглей» Киплинга, выросшие не среди людей, а в лесу, среди животных, потом, оказавшись в человеческом обществе, могут научиться всего лишь нескольким словам. Всего известно несколько десятков таких случаев. Лучше всего описан случай с мальчиком, найденным в лесу на юге Франции во времена

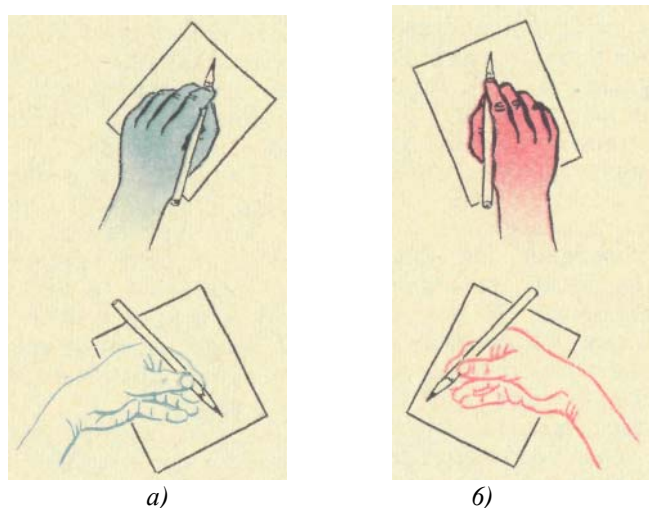


Рис. 17. Положение руки при письме в зависимости от функции двух полушарий для левши (а) и для правши (б)

На верхних рисунках доминантное полушарие совпадает с полушарием, управляющим рукой, на нижних — не совпадает (инвертированное положение руки)

Наполеона. Блестяще одаренный врач Итар, пытавшийся обучить мальчика речи, оставил подробное описание своих опытов (по книге Итара, недавно переизданной во Франции, поставлен фильм Трюффо «Ребенок-дикарь», где сам Трюффо играет роль Итара). Несмотря на все усилия Итара, мальчик, *уже к* тому времени далеко переросший возраст усвоения речи, обучился лишь небольшому числу слов, не превышающему двух десятков. Очевидно, нейрофизиологический (и биохимический) механизм, позволяющий записать грамматику родного языка в речевом полушарии, после пятилетнего возраста уже не работает.

Все остальные языки человек выучивает позднее через соот-

несение с теми универсальными языковыми правилами, которые и реализованы на примере этой грамматики в его речевом полушарии. Шерешевский, запоминая слова родного или знакомого ему языка с помощью зрительных ассоциаций, слова неизвестного языка (как и бессмысленные звуко сочетания) запоминал с помощью звуковых ассоциаций с уже знакомыми ему словами других языков, а также вспомогательных зрительных ассоциаций [38, с. 31]. Подобные факты позволяют думать, что для запоминания слов и форм новых языков используются ассоциации между ними и уже известными языками — прежде всего родным.

Особый интерес представляют данные, судя по которым овладение новым языком связано с недоминантным (в норме правым) полушарием [59], в котором осуществляются различные ассоциативные операции. Но эти ассоциации с новым языком возможны только на основе уже усвоенного языка.

Если универсальные языковые правила (как и предрасположенность к речевым функциям левого полушария) и передаются генетически, то из этого не следует, что тем самым передается языковое поведение. По общей формулировке нашего великого биолога Северцова, наследуется не поведение, а только способность к поведению. Но эта способность к речи может быть реализована лишь при наличии среды людей, которые говорят с ребенком. Генетически запрограммирован и критический возраст, после которого нельзя уже обучиться языку.

После того, как грамматика родного языка уже усвоена ребенком, левое полушарие постепенно все больше и больше узурпирует функции, связанные с речью на родном языке. Этот процесс постепенного возрастания асимметрии двух полушарий длится чрезвычайно долго — почти на протяжении всей жизни человека. Правое полушарие в течение всей человеческой жизни продолжает обогащаться знаниями о мире, расширяющими систему значений слов. Это сопровождается постепенным торможением (в норме) тех функций правого полушария, которые вначале связаны с речью. У тех правшей (чаще всего женщин), у которых менее выражена асимметрия функций полушарий, речь, еще связанная и с правым полушарием, может мешать выполнению пространственно-зрительных задач, специфических для данного полушария. В принципе, из опытов на животных известно, что если полушария дублируют работу друг друга, они работают существенно менее эффективно.

Известен и случай, когда, наоборот, аномальное развитие левого полушария, вынужденного в возрасте «от двух до пяти» заняться «не своим делом» — пространственно-зрительными восприятиями, затормозило обучение родному языку [19, с. 79—80].

У американского мальчика этого возраста заметили странную особенность: он ничего не говорил, но начал писать, в частности умел писать названия телевизионных программ и тексты коммерческих реклам. В раннем детстве родители, уходя на работу, оставляли его играть в манеже перед включенным телевизором.

Количество зрительной информации, передаваемой за относительно небольшой промежуток времени телевизором, огромно — оно сопоставимо с количеством информации в целой книге. Поэтому оба полушария мозга мальчика, главным собеседником которого в раннем детстве был включенный телевизор, оказались забитыми этой колоссальной разнообразной зрительной информацией, в частности коммерческими рекламами, прерывающими все передачи. Когда мальчик заговорил, его речь была типичной речью «правого мозга» — он произносил названия отдельных марок машин, но не целые предложения. Врачи предположили у него «детскую шизофрению».

При всей расплывчатости этого последнего термина история болезни мальчика согласуется с гипотезой, по которой шизофреническими называются чаще всего расстройства, связанные с нарушениями нормальных соотношений между двумя полушариями, иногда (как в данном случае) с преобладанием правого полушария. История мальчика, который не мог говорить, поучительна еще и потому, что она говорит о серьезности, с которой в наш век нужно отнестись к проблемам общения в таких коллективах (в кибернетическом смысле), как телевизор — «правый мозг» — «левый мозг» (рис. 18). Наличие этого «треугольника» в раннем детстве привело к тому, что развитие левого мозга было заторможено правым.

Относительная автономия правого полушария по отношению к левому обнаруживается в тех случаях, когда у взрослого человека ослабевает преобладание левого полушария в области операций над языком. Это происходит при травматических поражениях и заболеваниях левого полушария и соответствующем хирургическом вмешательстве с удалением речевых зон (Брока и Вернике). В этом случае, как и при перерезании мозолистого тела и других соединительных путей, «правый мозг» перестает быть немым (как в норме у взрослого) и способен иногда к таким несложным операциям, как называние показываемых ему предметов и автоматизированная речь. Следовательно, часть усвоенных в раннем детстве языковых навыков сохраняется в правом мозге, хотя и в заторможенном (подавленном) виде, но может быть частично оживлена.

Новейшие работы показывают, что одно полушарие играет по отношению к другому роль демпфирующего устройства: при выключении речевого, левого, полушария правое полушарие луч-

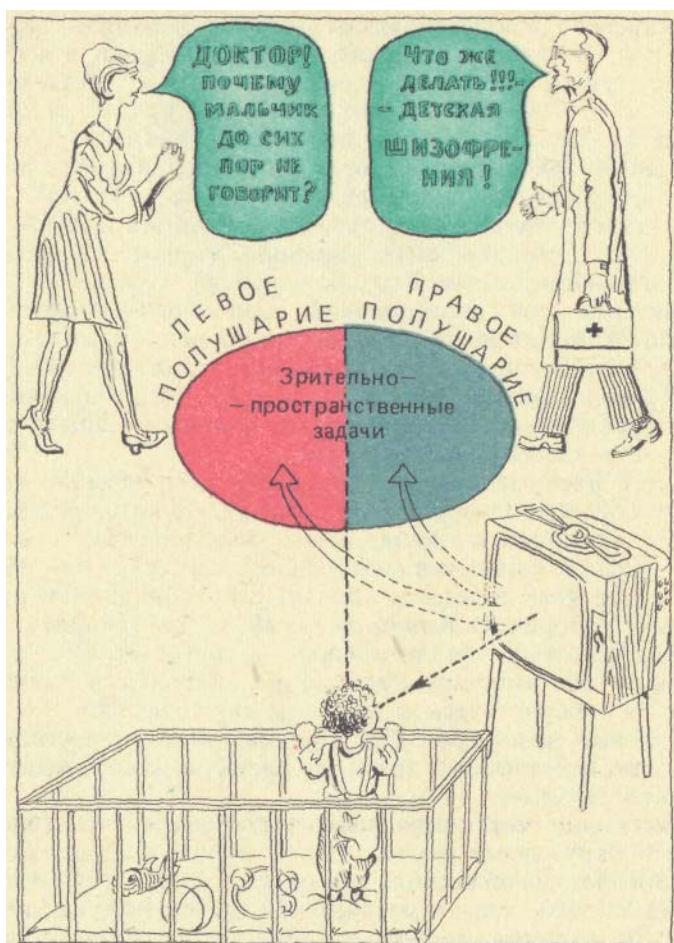


Рис. 18. Телевизор мешает ребенку научиться говорить

ше распознает музыку и другие неречевые звуки, при выключении правого полушария левое лучше разбирает звуки речи [25]. Согласно исследованиям недавнего времени, подтвердившим гипотезы Л. С. Выготского, до овладения естественным языком ребенок начинает усваивать системы простейших жестов, позволяющих ему ориентироваться в пространстве — времени с помощью движений собственного тела. Движение руки со значением «дай» намного предшествует тому времени, когда ребенок научится говорить *Дай!* (или звукосочетанию с тем же общим

значением в его младенческом лепете — еще до усвоения родного языка).

Овладение языком у ребенка следует за периодом (до 18—24 месяцев, т. е. первые полтора-два года жизни), который крупнейший швейцарский исследователь детской психологии Ж. Пиаже назвал «сенсомоторным». В это время каждый предмет понимается ребенком в соответствии с теми схемами действий, которые он может совершить с этим предметом. Вещь можно схватить, пососать, поскрести — и каждой из этих возможностей соответствует жест, который как бы сокращенно воспроизводит схему действия. Такие условные схемы действия в возрасте от 4 до 8 месяцев (в третьем периоде развития ребенка по Пиаже) становятся как бы условными обозначениями предмета. Нельзя не согласиться с Р. Брауном, который в недавней книге о детской речи видит в этих жестовых обозначениях этап, непосредственно предшествующий усвоению звукового языка [60, с. 198—201].

Значение таких простейших жестов, из которых складывается первоначальный язык жестов, с особенной отчетливостью было выявлено в работах И. А. Соколянского. Этот замечательный ученый, которому принадлежит видное место и в истории науки о человеческих средствах передачи информации и в еще более важной «истории человеколюбия», жертвенно посвятил свою жизнь возвращению к нормальному существованию слепоглухонемых детей. Еще инструктором Наркомпроса на Украине в годы после гражданской войны он искал и находил в деревнях маленьких слепоглухонемых детей. Он брал их для воспитания — сначала в своей собственной семье, где ему самоотверженно помогала жена, потом в созданном им в Харькове специальном интернате.

При оккупации Харькова фашистами интернат был уничтожен, но Соколянскому и нескольким из его воспитанников удалось спастись. Продолжая свою работу в Москве (сначала в еще очень трудных условиях послевоенного времени), Соколянский дожил и до того дня, когда одна из его учениц, Скороходова, защитила как кандидатскую диссертацию свою поразительно интересную книгу «Как я воспринимаю, представляю и понимаю окружающий мир». Я никогда не забуду потрясения, мной испытанного, когда на этой защите я увидел и услышал слепоглухонемую женщину, которая сама могла произнести вслух вступительное слово. Ей приходилось только подносить руку к шее, чтобы ощутить колебания голосовых связок и установить необходимую для говорения обратную связь с органами речи.

После смерти Соколянского его ученик А. И. Мещеряков продолжил воспитание слепоглухонемых детей и исследование их в специальном интернате, созданном по образцу харьковско-

го под Москвой. Уже после смерти и Соколянского, и Мещерякова в 1975 г. в журнале «Вопросы философии» была опубликована целая серия статей об их работах, где они справедливо оценивались как крупнейшее достижение нашей науки. Лучшая из этих статей написана С. А. Сироткиным — одним из воспитанников подмосковного интерната, в то время уже кончавшим философский факультет Московского университета.

Как удалось Соколянскому разработать такие средства возвращения слепоглухонемых детей в человеческое общество, которые потом позволили им даже стать учеными, писать важные для науки статьи и книги?

Соколянский рассказывал, что когда он разыскивал своих будущих воспитанников на Украине, они часто по своему поведению напоминали скорее зверенышей, чем человеческих детей: один из малышей укусил его даже за палец, когда он к нему подошел впервые. Они были бы обречены на существование животных, если бы не открытие Соколянского. Главным в его системе было то, что ребенок должен воспитываться в тесном контакте с родителями или с людьми, ему заменяющими родителей (как сам Соколянский и его жена в Харькове). Ребенок должен держаться за руку или за полу юбки матери, сопровождать ее, когда она выполняет простые действия, ощупывать те предметы, с которыми, хлопоча на кухне или убирая дом, возится мать. Жестовые осязательные образцы этих предметов и жесты самих действий с ними составляют тот первый и основной язык, которому наощупь обучается слепоглухонемой.

Предпосылкой для такого обучения является отсутствие того, что называется «центральной врожденной слепотой», т. е. поражения отделов центральной системы, ведающих наглядным восприятием внешнего мира. Л. С. Выготский, специально занимавшийся этой проблемой, показал, что ребенок с центральной врожденной слепотой обречен остаться идиотом [35, с. 380] и, по-видимому, полностью не приспособлен для жизни (у него нет никакой возможности реализовать другие генетически переданные способности мозга, потому что «входом» в эту систему является получение сигналов извне).

При центральной врожденной слепоте искажаются и осязательные (тактильные) образы [28, с. 466]. Если основные отделы центральной нервной системы сохранены, напротив, оказывается возможным бороться и с таким тяжелым недугом, как слепоглухонемота*. Именно сохранность этих отделов мозга дает

* Сохранение затылочных отделов коры головного мозга, имеющих особое значение для зрительного восприятия, позволяет поставить вопрос и о возможности разработки протеза для слепых, основанного на вызывании светящихся точек при электрической стимуляции этих отделов мозга [61].

возможность обучить ребенка осязательным жестам — указани-ям и жестам — действиям.

Язык жестов — действий, в частности указательных жестов, относится у нормальных людей к явной сфере влияния правого полушария. Но гениальным открытием Соколянского было то, что после усвоения этой системы жестов, соотносимых с правым полушарием, слепоглухонемых можно научить другой системе знаков, соответствующей словам естественного языка, состоя-щим из букв или звуков. Если слепоглухонемой ребенок научил-ся знакам — тактильным (осязательным) жестам (которые по-добны иероглифам), его после этого можно научить и сложным знакам, состоящим из «букв» — жестов тактильной (пальцевой) азбуки (сходной со зрительной пальцевой азбукой, которой обычно разговаривают и глухонемые, обучившиеся ей, как гра-моте, в детском саду или в школе после усвоения ими в раннем детстве зрительных иероглифических знаков — жестов).

В словесном языке слепоглухонемых (и глухонемых) каждое слово, например *коромысло*, передается последовательностью тактильных (у глухонемых — зрительных) жестов, обозначаю-щих каждую букву в отдельности. До усвоения этого языка сле-поглухонемой ребенок уже умел обозначать предметы жестами-иероглифами. Например, *коромысло* он обозначал знаком, кото-рый имитирует движение матери, надевающей коромысло с вед-рами себе на плечи. Педагог осязательными жестами объясняет ребенку, что этот знак — то же самое, что и другой знак, кото-рым можно обозначить коромысло с помощью пальцевой азбу-ки. Главным в это время является усвоение жеста, означающего тождество по значению двух знаков. В системе обучения И. А. Соколянского это был жест двух вытянутых ладоней, повернутых боком, которые имитируют по форме знак равенства (=).

После усвоения на нескольких конкретных примерах знака тождества по значению дети быстро выучиваются многим сло-вам, закодированным в пальцевой азбуке, тем самым они овла-девают и ее элементами — «буквами». С этого начинается лавинообразное усвоение ребенком грамматики естественного языка (на что требуются те же 2—3 года, что и в норме «от двух до пяти») и всей той информации, которая на нем может быть передана (Скороходова в своей книге описывает даже, как она научилась понимать стихи Пастернака). Соколянскому удава-лось обучать детей и звуковому языку — для этого надо было поставить каждому жесту пальцевой азбуки в соответствие те движения органов речи, которые нужны для произнесения звуков (единственное, что могло помешать речи — дети до начала вос-питания могли сорвать себе голос нечленораздельными криками типа тех, которые может издавать «правый мозг»).

Установление тождества знаков-иероглифов и знаков пальцевой азбуки приводит к лавинообразному развитию интеллекта слепоглухонемого ребенка потому, что так устанавливается соответствие между первичной системой жестов-иероглифов, уже усвоенной правым полушарием, и генетически предопределенным специфическим механизмом усвоения естественного языка в левом полушарии. Отсюда напрашивается вывод, что для такого генетически предопределенного механизма в известном смысле не так важно, идет ли речь о знаках, кодируемых акустически (звуках), или знаках, кодируемых оптически (буквах). Если усвоена одна такая система, где слова состоят из дискретных элементов, то от нее легко перейти к другой аналогичной системе, где различны только физические сигналы, которыми эти элементы кодируются.

У нормального ребенка сперва усваивается звуковой язык, потом буквенный, у слепоглухонемого — сперва буквенный (пальцевая азбука), потом звуковой. Быстрота, с которой от одного кода можно перейти к другому, показывает, что для левого полушария существенна не столько физическая природа сигналов кода, сколько дискретный характер отдельных элементов (букв или звуков). Они сами по себе ничего не значат, по их сочетание образует слова-знаки, эквивалентные по значению нерасчлененным знакам-иероглифам. Отождествление знаков-иероглифов и знаков, состоящих из элементов пальцевой или буквенного алфавита, означает установление соответствий между информацией, уже полученной в ходе раннего обучения правым полушарием, и генетически заложенной в левом полушарии информацией, позволяющей с небывалой быстротой строить цепочки из заданных последовательностей (рис. 19). Отождествление знаков, накопленных за время обучения в правом полушарии, со знаками, которые строятся в левом полушарии, позволяет пустить в ход тот генетически предопределенный механизм, который ведет к чрезвычайно быстрым темпам обучения.

Сам И. А. Соколянский великолепно понимал, что наблюдения над детьми, служение которым составило цель всей его жизни, представляют исключительную ценность для кибернетического понимания знаковых систем человека. Незадолго до его смерти я получил от него большое письмо (датированное 19 февраля 1960 г.), целиком посвященное этой проблеме. В этом письме, подводившем итог его 52-летней работы в этой области, он писал: «Слепоглухонемота — это неповторимая и единственная в природе модель развивающейся (вернее: развиваемой, формируемой) человеческой личности. На обезьянках можно многое изучить, но ничего из того, что относится к социальному поведению человека. Ни на ком и ни на чем невозможно изучить неко-

торые (и пожалуй — самые существенные!) особенности человеческого поведения, с такой, почти предельной точностью, как на формируемом поведении слепоглухонемого... Приведу один, и, как мне кажется, — любопытный пример. Для обучения слепоглухонемого ребенка грамматическому строю словесного языка при нормальных условиях требуется 2 — максимум 3 года...

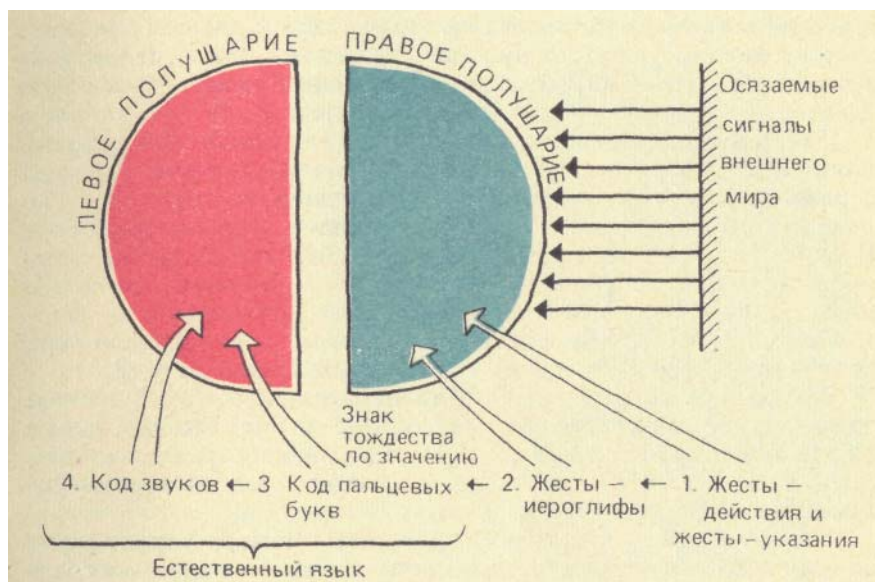


Рис. 19. Схема последовательности усвоения знаковых систем слепоглухонемыми детьми

Точно так же не является загадкой и формируемое у слепоглухонемого математическое мышление. Последнее я очень хотел бы доказать практически, если позволит возраст и условия...»

Этот свой замысел, на исполнение которого у него уже не оставалось времени, он так пояснил в этом же письме: «...безъязычные [слепоглухонемые] — представляют интерес и в другом плане. Словесная речь, как бы ею ни овладели безъязычные, сама по себе («словесное мышление») ни в коем случае не может обеспечить слепоглухонемому полноценное умственное развитие в такой степени, чтобы он мог отразить внешний физический мир... [так], как это доступно нормальному человеку. Истинная картина внешнего физического мира может быть раскрыта только математически развитым мышлением.

Есть достаточно оснований утверждать, что он свободно, без

затруднений может овладеть математическим аппаратом интерпретации самых «сокровенных тайн» природы, как это доступно нормальному в соответствии с уровнем современных ему знаний. Надо развить математическое мышление слепоглухонемого до такого же уровня, как и у нормального, и только в таком случае он сможет достигнуть полноценного умственного развития. Овладение словесным языком даже в пределах художественного чутья не гарантирует слепоглухонемому полноценного умственного развития. У него должно быть предельно (в пределах современных ему знаний) развито естественнонаучное мышление. А без математики этого достигнуть невозможно».

Так, в конце своей жизни великий ученый, решая задачу помощи слепоглухонемым, которой он посвятил себя, подошел к разработке проблемы создания искусственных языков для человеческого мозга, находящегося в крайне тяжелых условиях. В таких условиях естественный язык (в большей степени, чем в других известных случаях) оказывается неудобным для полного познания и восприятия внешнего мира. Проблема соотношения между устройством (мозгом) и языком, для него наиболее подходящим, в этих условиях становится особенно острой.

Как заметил Соколянский, отличие обучаемых по его системе слепоглухонемых от глухонемых состоит в том, что последние, благодаря тому, что у них есть зрение, с раннего детства обычно сами (без педагога) овладевают языком жестов-иероглифов («мимико-жестикуляторной речью»).

Переход же от этого иероглифического языка, характерного для правого полушария, к словесному языку (кодируемому зрительной пальцевой-азбукой) осуществляется в основном по тем же закономерностям, хотя быстроте этого перехода немало мешает отсутствие такой четкой системы, которая была выработана Соколянским для обучения слепоглухонемых. В частности, нередко неблагоприятное влияние на обучение оказывает раннее запрещение пользоваться языком жестов-иероглифов, полное усвоение которого должно было бы предшествовать (как и у слепоглухонемых) переходу к естественному языку, что и обеспечило бы быстроту этого перехода (на это указывал Соколянский, критикуя существующие методы обучения глухонемых, тормозящие процесс такого перехода и растягивающие его на 12 лет по сравнению с 2—3 годами у слепоглухонемых).

Решение этого вопроса на основании двухмашинной схемы мозга важно практически ввиду значительности числа глухонемых в любом коллективе. Соотнесение языка жестов-иероглифов («мимико-жестикуляторной речи») с правым полушарием, а пальцевой азбуки — с левым полушарием может быть подтверждено случаем сохранения языка жестов-иероглифов при пора-

жении левого полушария, вызывающего потерю пальцевой азбуки.

Афатики, чья речь пострадала при поражении левого полушария, сохраняют соотнесенный с правым полушарием язык символических жестов, которые позволяют им восполнить затрудненность в использовании устного языка.

Для понимания функций двух полушарий мозга и характера связей между ними соотношение разных видов жестов (иероглифических и пальцевой азбуки) и соответствующих им видов письма (иероглифического и буквенного) имеет особое значение. Исключительный интерес представляет полная невозможность чтения при глубоком поражении тех соединительных путей — в белом веществе мозга под корой, — по которым зрительная информация из правого полушария передается в левое (рис. 20). При таком поражении больной вполне владеет речью и может писать, но совершенно не может читать буквенного письма, так как зрительная информация не передается в ту зону левого полушария, которая занимается анализом и синтезом букв [62].

Другой вид расстройства чтения, сопряженный с поражением только этой зоны ле-

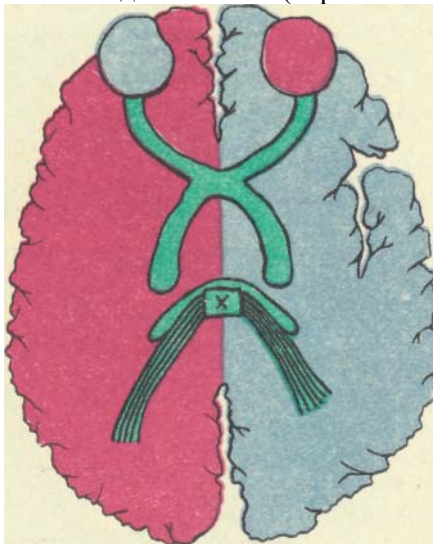


Рис. 20. Поражение соединительных путей между двумя полушариями, вызывающее полное расстройство способности читать

х — поражение межполушарных связей у больного с тотальной алексией (по Дежнериу)

вого полушария (без поражения соединительных путей между полушариями), отличается возможностью помочь чтению с помощью произнесения букв вслух. Напротив, как это видно из сравнения поражений способности употреблять слоговую японскую азбуку (при болезни левого полушария) и способности использовать иероглифику, которой ведает правое полушарие, чтению иероглифов не может помочь произнесение слова вслух [26; 62, с. 70—72]. В этом отношении иероглифическая письменность очень близка к жестам-иероглифам. Исследование этих систем знаков в их отношении к устному языку позволяет выяснить,

что смысловая (в частности, зрительная) информация о внешнем мире левым полушарием должна быть получена от правого. Поэтому глубокий перерыв соединительных связей между полушариями приводит к невозможности понять зрительные знаки-буквы, передающие звуки языка.

Исследование языка жестов-иероглифов у **глухонемых** особенно интересно потому, что этим языком они овладевают в раннем детстве без ведома педагога (обычно запрещающего им пользоваться, например в детских садах). По существу этот язык



Рис. 21 Знаки, изобретенные глухонемым полинезийцем Кагобаи:

вверху — «прошлое»: а — «то время, далекое от меня»; б — «когда людей убивали»; **внизу** — «молодой человек»: в — «сильный человек», г — «довольный собой»

является продолжением того языка жестов, которому каждый ребенок обучается до двух лет. Но если нормальный ребенок очень рано переходит к младенческому лепету, а потом к естественному языку, то мозг глухонемых находит выход из ситуации, где он не может пользоваться звуковым языком, развивая более сложную систему жестов-иероглифов, постепенно накапливаемую в правом полушарии (прерывание этого процесса педагогом поэтому недопустимо, что и заметил Соколянский).

Недавно описан язык жестов, выработанный глухонемым полинезийцем Кагобаи на одном из Соломоновых островов. Кагобаи — единственный глухонемой на острове. Он с детства не мог говорить и слышать чужую речь. Он сам изобрел свой язык

жестов, включающий не меньше нескольких сотен знаков, которые понимают и другие жители острова, с ним охотно общающиеся. Одной из отличительных черт его языка является то, что каждый знак может состоять как бы из нескольких кадров (рис. 21). Знак, обозначающий «молодого человека», состоит из одного «кадра», который показывает сильного человека, взваливающего правой рукой тяжелый груз на левое плечо, и второго «кадра», показывающего человека, сидящего с самодовольным видом [63, с. 166—167]. Знак, обозначающий «прошлое», состоит из первого «кадра» — левая рука указывает вперед (на языке этого острова «предки» обозначаются как «поколения» впереди) - - и второго «кадра», показывающего, как правой рукой отрезают голову. Монтаж этих кадров означает: прошлое — что время, когда людей убивали [63, с. 121 —122].

Многие знаки, относящиеся к рыболовству, которым Кагобаи успешно занимается, представляют собой целые сценки, разыгранные правой рукой, изображающей обычно рыболова или его снасти, и левой рукой, представляющей в этом спектакле добычу охотника. Знаки, относящиеся ко второй профессии Кагобаи — садоводству, состоят из последовательности «кадров», каждый из которых показывает один из главных этапов в посадке того или иного растения. Наглядность подавляющего большинства знаков, относящихся к повседневной жизни обитателей острова, объясняет легкость, с которой Кагобаи понимают его собеседники. Хотя в отличие от Кагобаи все они умеют говорить на обычном языке, но прошли когда-то через этап пользования детским языком жестов, следы которого (пусть в заторможенном виде)сохраняются и у взрослых.

Тот переход от осмысленного жеста к слову, который обнаруживается в развитии каждого отдельного человека, можно предположить и для предыстории всего вида *Homo sapiens*. Многие племена, называемые первобытными, до прошлого и нынешнего века, когда их стала изучать современная наука, сохраняли следы гораздо более значительной роли языка жестов-иероглифов. О высокой развитости такого языка у этих племен свидетельствует то, что у аранта (и других туземцев Австралии) в некоторые периоды жизни отдельного человека или всего племени (во время траура и в течение многих месяцев посвящения юноши в тайны, по функциям соответствующего нашим экзаменам) запрещалось пользоваться звуковым языком, можно было говорить только языком жестов. Когда период траура кончался, некоторые женщины-вдовы оставались безмолвными на всю жизнь и пользовались только языком жестов. Такой язык был хорошо известен всем членам племени, поэтому они легко могли переходить на него тогда, когда это почему-либо требовалось [64].

Язык этот (в частности, в качестве международного языка общения между племенами) был очень широко распространен у американских индейцев. Исследователи насчитывают не менее 3000 знаков в этом языке. Его изучил с исключительной глубиной в конце прошлого века замечательный американский этнолог Кашинг. Кашинг с детства серьезно увлекался индейцами и мастерил предметы по образцу тех, которые они изготавливали. Сделавшись ученым и посвятив себя исследованию индейцев, Кашинг поселился среди племени зуны, стал его полноправным членом, был посвящен в его тайны, стал жрецом и членом совета племени. Проведя среди индейцев зуны четыре с половиной года, Кашинг добился полного погружения в жизнь племени. Он заметил, что индейцы не только великие мастера делать вещи — этому он учился у них с детства. Они умеют и думать руками, как современный человек иногда может думать вслух.

Кашинг совершил удивительный эксперимент погружения в такое мышление с помощью «ручных понятий». Совершить этот опыт, который другой крупный этнолог — Леви-Брюль называл «доступным только гению», Кашингу без сомнения помогла многолетняя тренировка в самих конкретных действиях, которые индейцы умели совершать своими руками. По его собственным словам, Кашинг «вернул свои руки к их первобытным функциям, заставляя их проделывать все то, что они делали в доисторические времена, с теми же материалами и в тех же условиях, которые характеризовали эпоху, когда руки были так связаны с интеллектом, что они действительно составляли его часть» [65]. Эти слова читаются с особенным интересом сейчас (почти столетие спустя), когда работы по искусственному интеллекту начались с опытов управления искусственными руками роботов.

Статья Кашинга, напечатанная еще в конце прошлого века, повлияла на Леви-Брюля, а через него на многих других исследователей культуры, среди них — и на С. М. Эйзенштейна. Найдя в университетской библиотеке статью Кашинга, пролежавшую почти полвека неразрезанной, Эйзенштейн попробовал повторить его опыт. Занимаясь спустя еще полвека (в семидесятых годах) в архиве Эйзенштейна, автор нашел его записи своих ощущений во время этого опыта, при котором «двигательный акт есть одновременно акт мышления, а мысль — одновременно — пространственное действие» [40, с. 31].

Когда Эйзенштейн увидел танцы туземцев острова Бали, он пришел в восторг от того, как они близки к испытанному им опыту мышления «ручными понятиями», когда «танцем рук проходит поток мыслей» [40, с. 31] (любопытно, что примерно в это же время французский театральный критик и поэт-дра-

матург Арто писал о жестах народного театра Бали как об особом языке иероглифов).

Для психофизиологической оценки этого эксперимента Эйзенштейна следует подчеркнуть, что он сам наиболее свободно выражал себя с помощью таких систем знаков, которые принадлежат к сфере влияния правого полушария. Всего непосредственное он изъяснялся посредством своих рисунков (рис. 22), которые он делал непрерывно (как эскимосы, у которых рисунки собеседников сопровождали каждый разговор, а после



Рис. 22. Рисунок Эйзенштейна

разговора уничтожались). Его мировая слава основывается на его достижениях в использовании языка немого кино, одним из создателей и теоретиков которого он был, и музыкального кино (по жанру близкого к опере; недаром, одновременно с работой над фильмом этого жанра он поставил «Валькирию» Вагнера в Большом театре). Его словесные тексты, напротив, отличаются обычно крайней сложностью построения. По большей части его записи для самого себя, частично опубликованные [40], представляют смесь слов и частей фраз на четырех (а иногда и пяти) языках.

Эйзенштейн отличался исключительной силой глубинного проникновения в собственную психическую жизнь. По его самопризнаниям он чрезвычайно остро зрительно представлял перед собой то, о чем он думал: «Даже сейчас, когда я пишу,

я, по существу, почти что «обвожу рукой» как бы контуры рисунков того, что непрерывной лентой зрительных образов и событий проходит передо мной... Музыка — особенно Прокофьева и Вагнера — входит под знаком этой номенклатуры тоже в зрительный раздел — или правильнее его назвать «чувственным»?... Слово и подтекст — это то, что часто остается у меня вне фокуса обостренного внимания» [66, с. 509—510]. В приведенных

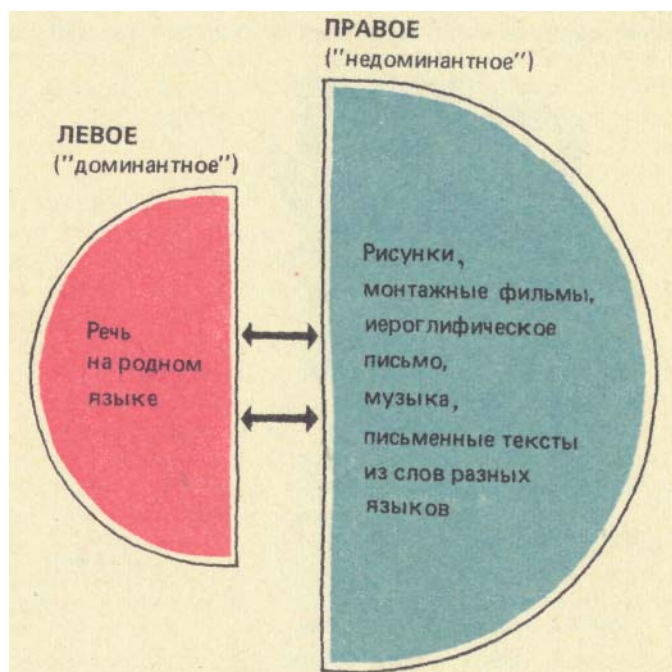


Рис. 23. Схема функций асимметричного мозга с развитым «недоминантным» правым полушарием

словах (как и во многих других аналогичных самопризнаниях Эйзенштейна) с необычайной ясностью сформулировано различие между теми функциями (непрерывная лента зрительных образов, музыка), которые для него принадлежали к основным, и словесной деятельностью, менее для него органичной. В терминах двухмашинной модели мозга можно было бы сказать, что Эйзенштейн, который был правой (хотя и сокрушался об этом, виня в этом воспитание, вытеснившее у него, по его мнению, склонность к леворукости), был преимущественно ориентирован на функции правого полушария (к которым может относиться и сочинение текста на разных языках).

Не могу удержаться от небольшого отступления, касающегося истории самой этой книжки. Когда абзац о психофизиологической основе опыта Эйзенштейна с «ручными понятиями» был уже написан, я разговаривал о проблеме функций двух полушарий с нашим крупнейшим специалистом по нейролингвистике Александром Романовичем Лурия (когда-то другом Эйзенштейна, который в тридцатые годы вместе с ним и Выготским стремился проникнуть в глубины первобытной психики). Александр Романович перебил меня и спросил, знаю ли я что-нибудь об асимметрии мозга Эйзенштейна. Я ответил отрицательно, и тогда мой собеседник достал из папки «Эйзенштейн» фотографию мозга кинорежиссера, сделанную после вскрытия. Огромное правое полушарие резко противостояло левому, относительно небольшому. Меня поразило то, что в приведенном высказывании Эйзенштейна можно видеть как бы проекцию этой асимметрии на разные виды его деятельности (рис. 23). Та точка зрения, согласно которой правое полушарие имеет дело с нерасчлененными глобальными целыми, могла бы найти косвенное подтверждение в том, как Эйзенштейн многократно описывал свое пристрастие к непрерывной линии (в том числе и в аналитической геометрии, которой он увлекался в юности).

ПРЕДЫСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

Общечеловеческим способом счета являются жесты рук, обозначающие числа (рис. 24). Счет на пальцах у всех первобытных народов предшествует числительным устного языка, что отражается и в происхождении самих числительных. Во многих языках, например в африканских (зулусский и другие языки банту), числительные обозначают только действия над пальцами рук. Языки могут различаться лишь конкретными операциями счета: «семь» может означать или «согни два пальца» (на второй руке): $7 = 5 + 2$ или «согни в обратную сторону 3 пальца»: $7 = 10 - 3$. Исследование числительных позволяет углубиться в такую предысторию культуры, когда «ручные понятия» были необходимыми хотя бы для первобытной арифметики у всех народов.

Изучая в поведении (в том числе и бессознательном) современного человека «окаменелые» пережитки древних систем знаков, Л. С. Выготский в качестве одного из наиболее ярких примеров приводит «рудиментарную форму культурной арифметики: счет на пальцах», который обнаруживается, в частности, в поведении ребенка [35, с. 105—107]. В своей современной форме счет на пальцах связан с левым полушарием. Так объясняется то, что при одних и тех же поражениях этого полушария обна-

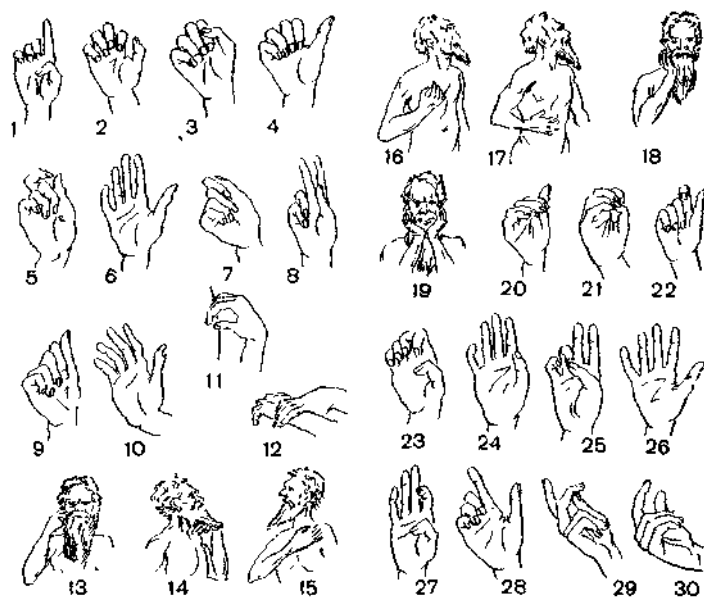


Рис. 24. Жестовый счет от 1 до 30 у австралийского племени аранта

руживается и расстройство счета, и неузнавание собственных пальцев [67, с. 186—187], входящие в так называемый синдром Герстмана.

Самое раннее упоминание счета на пальцах в магическом значении содержится в древнеегипетском заклинании для получения перевоза. Умерший царь уговаривает перевозчика (подобного греческому Харону) дать ему переправиться на восточную сторону канала в потустороннем мире. На это перевозчик ему говорит: «Величественный бог на другой стороне скажет: не привел ли ты мне человека, который не может сосчитать свои пальцы?». Но царь в ответ читает стихотворение, каждая из строк которого соответствует одному из пальцев, расположенных в соответствии с египетским счетом (см. таблицу) [68]. Когда совершался магический счет, руки держались ладонями вверх, счет велся от большого пальца правой руки до большого пальца левой руки (см. таблицу). Отдельные жесты такого рода встречаются и на египетских изображениях (рис. 25).

В культурах Древнего Востока уже отчетливо видно и другое проявление общечеловеческого стремления обозначать числа посредством иероглифов. В таких письменностях, как хеттская клинопись, было возможно написание чисел либо числительными, записанными (как многие другие слова) слоговыми

Древнеегипетский счет на пальцах

Палец	Рука	
	Левая	Правая
Большой	1	10
Указательный	2	9
Средний	3	8
Безымянный	4	7
Мизинец	5	6

фонетическими знаками, либо знаками-иероглифами. При этом почти всегда предпочитался второй способ.

Подобно тому, как счет на пальцах долго сохраняется в качестве пережитка «ручных понятий», сочетающегося со звуковым языком, обозначение чисел письменными знаками-иероглифами (наряду с фонетической их записью числительными естественного языка) остается как пережиток в современных письменных европейских языках. Его сохранению, несомненно, способствует и практическое удобство сокращенной — посредством иероглифов — записи часто повторяющихся длинных сочетаний числительных. Когда мы записываем «три» как 3 или III, проявляется особый характер обозначений чисел, тяготеющих к иероглифам (и тем самым к сфере влияния правого полушария; к ней, вероятно, относились когда-то и жесты, из которых позднее развился пальцевый счет, перешедший в число операций, находящихся в ведении левого полушария).

Есть основания видеть ранние следы пальцевого счета и в самой ранней иероглифической «письменности» человечества — знаках и зарубках, сле-

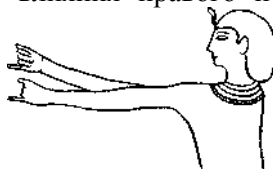


Рис. 25. Древнеегипетский пальцевый счет

данных человеком каменного века. Детальный анализ этих знаков палеолита, данный недавно Б. А. Фроловым, привел его к выводу, что в них особенно выделяются группы по 5 и 10 знаков, следовательно, с помощью таких зарубок человек фиксировал результаты сосчитанного по пальцам [69, с. 116]. Поэтому ошибались те историки математики, которые после открытия первых таких зарубок поспешно решили, будто счет с помощью зарубок предшествовал счету по пальцам [70, с. 23—24].

Хронологически появление счета с использованием древнейших знаков письменности палеолита намного предшествует знакомству европейской науки с аборигенами Австралии, считавшими только по пальцам (без зарубок). Но культурное развитие человечества нельзя выстраивать по прямой линии сплошного прогресса. Средневековую науку в этом смысле можно уподобить афатику, который вновь обращается к счету по пальцам, утратив более современные способы счета. В средние века для исчисления новолуний (в связи с которым, по мнению некоторых исследователей, возник развитый счет уже в палеолите) в Европе снова стал использоваться счет по пальцам [71, с. 24—25]. Но это не противоречит наличию до этого великих достижений греческой математики, как и еще более древних открытий. Углубленное изучение письменности палеолита не опровергает, а, скорее, подтверждает исключительную древность пальцевого счета, уходящего в предысторию *Homo sapiens*.

Счет по пальцам в его примитивной форме, предшествовавшей появлению числительных, мог быть связан, как и все системы жестов-иероглифов, с правым полушарием мозга. В пользу этого говорят свидетельства о счете на пальцах у таких австралийских племен, в чьем звуковом языке не было числительных больше «двух»: до четырех считали, повторяя слова «один» и «два», а дальше считали только по пальцам. Австралиец из подобного племени был отдан в школу европейского типа, он обучился считать до 20, но члены его племени остались безучастными к этому открытию, не имеющему никаких практических приложений. Тогда призадумался и юный 'австралиец: «Зачем было выучивать, что $8 + 9 = 17$, если у меня нет стольких пальцев?» [69, с. 151].

Такая установка только на сиюминутную реальность, вообще типичная для «правого мозга», работающего в режиме реального времени, легко объяснима по отношению к явлениям, для обозначения которых существуют только знаки-иероглифы, которыми ведает правый мозг. Но даже и у тех индейцев Северной Америки, у которых в их устных языках есть числительные до 80, сохраняется сходная установка. Один из таких индейцев по просьбе ученых сосчитал только до 10 и добавил, что потом «ничего больше нет». Он привык пересчитывать только нечто реальное и осязаемое [69, с. 151]. Следовательно, даже и тогда, когда числа могут обозначаться словами естественного языка, по отношению к ним сохраняется установка, характерная для правого мозга, а не для левого.

Самые ранние этапы отношения к числу у первобытных племен характеризуются тем, что дикари на глаз с удивительной

быстротой и точностью определяют численность больших групп предметов. Для маленьких детей характерно такое же восприятие чисел, по словам Пиаже (который посвятил особую монографию этой проблеме), образующих «целостную форму, т. е. некоторую общую поверхность, сопровождаемую более или менее смутно осознаваемым структурным сходством (без анализа деталей)» [72, с 325].

Идея конкретного заверщенного (замкнутого) множества была основной еще и для способов обозначения чисел в древнеегипетском языке и в целом ряде других древних языков, как было установлено Э. Бенвенистом и С. Д. Кацнельсоном [73, с. 136—139]. Этим, между прочим, объясняется исключительно сложная система обозначения дробей, принятая в Древнем Египте, где существовали особые таблицы дробей, типа наших таблиц логарифмов [71, с. 84—89; 70, с. 37—38]. Сами обозначения дробей были связаны с идеей заверщенного числа: «две части» означало по-египетски две трети, «третья часть» — часть, образующая целое вместе с «двумя частями», т. е. одна треть [74, с. 25]. Египетские таблицы разложения дробей (типа $2/99 = 1/66 + 1/198$) — с числителем 2 на «единичные» дроби (с числителем 1), которые и были основным объектом египетских действий с дробями, интересны тем, что в них обнаруживаются наблюдения над составом целых чисел [75, с 22].

Для того чтобы уяснить причины, по которым долгое время могла сохраняться традиция оперирования числами как конкретными целостными формами, стоит напомнить, что и современные математики и логики, характеризуя природу числа, говорят: «каждое целое число отличается от другого целого числа характерными индивидуальными свойствами — подобно тому, как различаются между собой люди» [76, с 241]. XX век еще видел последнего крупного представителя древней индийской традиции такого отношения к числам, как к различным индивидуальностям. Исключительно одаренный математик Рамануджан, не получивший никакого систематического образования (и до своего приезда в Европу изучивший только одну книгу по математике), знал каждое число (включая и очень большие числа), о котором он думал, как своего знакомого. Ему были известны свойства чисел так, как люди знают особенности своих друзей.

Когда Рамануджан, в Англии тяжело заболевший, лежал в лондонской больнице, к нему однажды приехал его друг и соавтор, крупный английский математик Харди. Харди сказал, что номер такси, на котором он приехал, — скучный: $1729 = 7 \cdot 13 \cdot 9$. На это Рамануджан возразил: «Нет Харди, нет Харди, это очень интересное число. Это — наименьшее число,

которое можно представить как сумму кубов двумя разными способами: $9^3 + 10^3 = 1^3 + 12^3 = 1729$ ».

Как заметил Харди в своих лекциях о Рамануджане, тот в гораздо большей степени, чем современные ему европейские математики, исходил из конкретных числовых примеров. Это особенно наглядно проявилось в его работах по проблеме разбиения чисел. В этой области Рамануджан получил ряд замечательных результатов, связанных с $p(n)$ — числом разбиений натурального числа n . При поиске формулы, дающей при любом n значение $p(n)$ с конечной ошибкой, Рамануджан изумил Харди и другого сотрудничавшего с ним английского математика — Литлвуда. Рамануджан догадался внести в ключевое выражение для этой формулы — $1/24$ — По словам Литлвуда, «такую догадку нельзя назвать иначе как гениальной. Во всем этом есть что-то сверхъестественное» [77, с. 45]. На протяжении своей короткой математической деятельности, оборванной ранней смертью, Рамануджан многократно угадывал приближенные выражения очень сложных функций с конечной ошибкой.

Особенности математического дара Рамануджана сказались и в том, что в полученных им формулах для бесконечных рядов [77, с. 36] общие члены ряда им не записаны. Уже имея ряд блестящих результатов, Рамануджан не представлял себе, что такое доказательство. Конкретность числовой интуиции Рамануджана не вызывает сомнений. Кажется возможным высказать предположение, что в некоторых его математических достижениях можно видеть взлет и завершение тех возможностей, которые угадываются за египетскими действиями над дробями, с таким трудом понятыми современными математиками. Это может представить интерес и для выяснения некоторых частных проблем истории математики. Не исключено, что точные математические соотношения, предполагаемые в структуре усыпальницы в хеопсовой пирамиде, могут объясняться не развитостью геометрии у египтян [78, с. 74, примеч.], а конкретной числовой интуицией.

Можно привести пример и не математика, но исключительно одаренного современного человека, который также знал «в лицо» числа и поэтому мог запоминать на всю жизнь огромные их последовательности — С. В. Шерешевского. По его словам, «для меня 2, 4, 6, 5 — не просто цифры. Они имеют форму...! — это острое число, независимо от его графического изображения, это что-то законченное, твердое, 2 — более плоское, четырехугольное, беловатое, бывает чуть серое..., 3 — отрезок заостренный и вращается, 4 — опять квадратное, тупое, похожее на 2, но более значительное, толстое..., 5 — полная законченность в виде конуса, башни, фундаментальное, 6 — это первая за «5», бело-

ваая, 8 — невинное, голубовато-молочное, похожее на известь» [38, с. 181]

Нетрудно увидеть, что некоторые из повторяющихся в этом самопризнании конкретных признаков чисел объединяют те из них, которые и арифметика признает закономерно связанными друг с другом: наименьшие нечетные числа: 1 (*острое*) и $2=1+2$ (*заостренный*); 2 (*четырехугольное*) и $4 = 2^2$ (*опять квадратное похожее на 2, но более толстое*); в этой классификации, которая, как и классификационные системы дикарей, строится по нескольким перекрещивающимся признакам, 2 входит и в другую группу: 2-1 (*беловая*), $2-3 = 6$ (*беловатая*) и $2-4 = 8$ (*голубовато-молочное, похожее на известь*); объединяются 1 и $5 = 1 + 4$ (*законченный*). Любопытно, что при этом, как в пальцевом счете и в графике палеолита, у Шерешевского (в чьей психике отмечены и другие черты, сходные с душевным складом ребенка или дикаря) 5 «было фундаментальным числом» и 6 определялось как «первая за 5».

Понятно, что при таком восприятии чисел как конкретных индивидов они должны находиться в ведении правого полушария: ведь именно оно может запоминать «впрок» сколько угодно новых лиц (в пределах своих огромных возможностей). Стоит отметить, что память Рамануджана (как и Шерешевского) изумляла всех его знавших: он помнил, в частности, все глагольные корни и все производные от них залоговые формы санскрита (для него — языка его касты, но не родного, что можно сравнить с ролью французского языка для русских дворян). Роль удивительной памяти Рамануджана в его оперировании с числами можно было бы пояснить сопоставлением с тем, как Выготский объяснял значение памяти в поведении примитивного человека. Она выполняла те функции, которые потом выделились из памяти [35, с. 452]. Знание системы операций над числами избавляет от необходимости их помнить.

Левое полушарие, в отличие от правого, для которого иероглиф неразложим на составные части, строит и анализирует хранящиеся и порождаемые в нем знаки языков (и их последовательности) как цепочки, что видно при сравнении больных с поражением левого и правого полушария. В левом полушарии совершаются логические операции над языковыми знаками, как и над числами.

Понимание чисел как языковых объектов, над которыми можно совершать такие операции и выстраивать их в соответствующие цепочки, и привело ко многим успехам математики нового времени. С подобным пониманием математических объектов связаны были и достижения математики, в частности, и те, которые сделали возможным создание вычислительных машин.

Предтечей такого направления по праву считают Лейбница, для которого универсальная математика — это «логика воображения» [79, с. 31]. Такую точку зрения можно признать прямо противоположной взгляду того индейца, для которого после десяти «ничего нет».

Но ошибочным было бы предположение, что обратное понимание математики в целом (не только непрерывной) как сферы деятельности, сходной — в указанном смысле — с другими проявлениями «правого мозга», в новейшее время исчезает. Напротив, оно возрождается в весьма современном виде в математическом интуиционизме. Достаточно напомнить, что Брауэр полностью отрицал связь математики с языком (в том числе и с логическим языком, который в конечном счете интерпретируется через естественный) и требовал изучать математическое мышление, а не математический язык [76, с. 256]. Для интуиционизма характерно развитие ставшего уже традиционным сопоставления математики и музыки [76, с. 240, примеч. 3, и с. 257]. В музыкальных склонностях таких математиков, как Брауэр и Вейль, можно было бы видеть психофизиологическое выражение глубоких соотношений, вскрываемых сближением интуиционизма и музыки.

Любопытно, что интуиционистская критика традиционной математики не затрагивает представлений о замкнутых конечных совокупностях, что означало как бы возврат (на новом этапе) к той самой древней математике замкнутых множеств, которая предшествовала появлению математики нового времени. Суть предлагаемого сопоставления состоит не в дополнительной критике интуиционистского подхода к математике, а напротив, в прояснении некоторых причин возрождения того понимания математики, которое возникло достаточно давно. Брауэра не умаляет сопоставление его с австралийским юношей, для которого числа, большие чем 10, были «пустяками белого человека», подобно тому, как для Брауэра был неприемлем традиционный взгляд на бесконечные множества. В той мере, в какой математическое мышление представляет собой и результат деятельности правого полушария, утверждение необходимости интуиционистского подхода оказывается совершенно естественным.

С этой же точки зрения значительный интерес может представить и цитированное выше предположение И. А. Соколянского, который хотел проверить, не окажется ли именно математическое мышление наиболее адекватным способом описания внешнего мира для тех людей, знаковые системы которых первоначально развивались именно с опорой на «правый мозг». Структура мозга Эйзенштейна согласуется и с включением

в круг его пожизненных привязанностей не только музыки и зрительных искусств, но и аналитической геометрии.

Та вычислительная машина, которая должна была бы в двухмашинном комплексе моделировать работу правого («недоминантного») полушария головного мозга, скорее всего должна была бы оперировать с такими объектами, природа которых принципиально отлична от цепочек символов, с которыми имеют дело логическое и «грамматическое» (речевое — «доминантное») левое полушарие и обычные вычислительные и логические машины, моделирующие его работу. По словам Дж. фон Неймана, «в центральной нервной системе логика и математика, рассматриваемые как языки, структурно должны существенным образом отличаться от тех языков, с какими обычно мы встречаемся в нашем опыте» [80, с. 50].

С точки зрения идеи мозга как комплекса двух машин можно предположить такое развитие идеи фон Неймана: в этом комплексе одна машина (соответствующая левому полушарию) характеризуется логическим языком, в основе своей близким к языкам математической логики, тогда как для второй машины были бы нужны математические языки принципиально других типов (или логические языки, моделирующие эти языки).

На уровне нейронов (а может быть и на других «низших» уровнях) информация и в недоминантном полушарии может кодироваться дискретно. Но по своим главным функциям это — полушарие целостных («топологически связанных») единиц. Поэтому оно оперирует целостными зрительными и пространственными образами, предметами, иероглифами, жестами, музыкальными мелодиями и ритуализованными фразами и именами вещей, не члениющимися на единицы («буквы») в самом этом полушарии. Но каждому целостному образу правого полушария может соответствовать его представление в виде последовательности дискретных символов в левом полушарии.

Можно представить себе связанные друг с другом машины M_1 и M_2 (рис. 26). Из M_2 в M_1 по каналам передачи информации могут, в частности, передаваться некоторые адреса, каждому из которых соответствует в M_2 целостный образ (пусть и закодированный набором дискретных единиц). В M_1 с этим адресом связана цепочка отличающихся друг от друга символов. Тогда M_1 соответствует доминантному полушарию, разлагающему на составные части те имена, которые другое полушарие (моделируемое машиной M_2) соотносит с целостными образами предметов. Число, в правом полушарии выступающее как единое целое — особый индивид, в левом предстает как элемент ряда натуральных чисел или как результат каких-либо вычислительных операций.

Если предлагаемые гипотезы (пока еще весьма предварительные) верны, то в будущем развитии моделирования функций мозга видное место может принадлежать таким новым направлениям, как математическая теория катастроф Р. Тома. С помощью этой теории можно, в частности, изучать те границы («катастрофы»), которые мозг (видимо, правое его полушарие) проводит между отдельными целостными связными образами предметов [42].

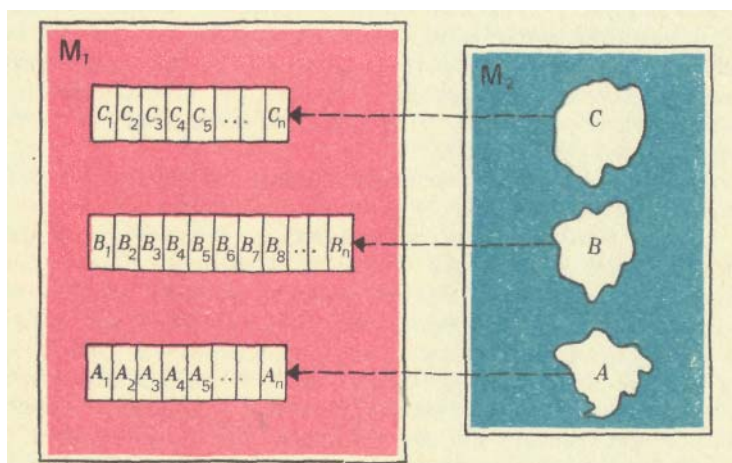


Рис 26. Схема соотношений между частями двухмашинного комплекса:

M_1, M_2 — части комплекса. A, B, C — связанные области в M_2 ; $A_1 A_2 \dots A_n, B_1 B_2 \dots B_n, C_1 C_2 \dots C_n$ — последовательности дискретных единиц в M_1

Решение задачи описания того, как неречевое полушарие оперирует с прерывными («катастрофическими» в смысле Тома) сочетаниями непрерывных (связных) образов, может потребовать использования тех частей аппарата современной математики, которые в очень слабой степени привлекались для исследования мозга, чаще моделировавшегося с помощью логических схем. Большая адекватность континуальных моделей для описания биологических систем отмечалась еще на значительно более ранних этапах развития кибернетики в моделях непрерывных сред, построенных в связи с изучением сердечной деятельности [7, с. 183, 190].

Несомненно, что к сходным выводам подводят и некоторые из новых физиологических работ о языках мозга, в которых недаром отмечается значение идей Тома [37, с. 421]. В таких патологических условиях, как эпилептический припадок, система нейронов в целом описывается континуальными моделями. Но аналогичные явления могут отмечаться и при нормальной

работе мозга, участки которого описываются как ткани со спонтанно активными элементами [37, с. 92—100].

Применение в моделях мозга языка топологии и других методов, важных для описания связанных целостных объектов, характеризующихся непрерывностью, не только дает возможность использовать в науке о человеке более развитые части современной математики, но может и привести к постановке таких задач, которые потребуют разработки принципиально нового математического аппарата. В этом отношении новейшие работы в области моделей мозга могут оказаться существенным стимулом для развития и математики, и кибернетики.

Как заметил А. Н. Колмогоров, «условные рефлексy свои-ственные всем позвоночным, а логическое мышление возникло лишь на самой последней стадии развития человека. Все предшествующие формальному логическому мышлению виды синтетической деятельности человеческого сознания, выходящие за рамки простейших условных рефлексов, пока не описаны на языке кибернетики» [81, с. 54].

Решение задачи описания этих «дологических» форм сознания, к которой стремились и такие крупнейшие наши теоретики искусства, как Эйзенштейн [40, с. 62 — 137], представляет исключительный интерес для всех тех форм знаковых систем, которые по своей структуре отличны от логических языков. В раннем искусстве могут преобладать правополушарные целостные образы, позднее взаимодействующие с логическими понятиями.

Н. А. Бернштейн с большой четкостью на современном кибернетическом языке указал на различие (намеченное в физиологии еще раньше) между «дологическим» типом работы нервной ткани и теми эволюционно более новыми системами нейронов, действующих по принципу «все или ничего», которые преимущественно интересовали кибернетиков. От таких «канализованных» · неокинетических («новодвигательных») форм передачи нервных сигналов Бернштейн отличал формы палеокинетические («древнедвигательные»), которые могут распространяться и поперек нервных волокон с диэлектрическими оболочками, не составляющими преграды для палеокинетических сигналов [18, с. 294—295].

В принципе сходная точка зрения, предполагающая роль медленных потенциалов в работе головного мозга (представляемой голографической моделью), была недавно обоснована на большом экспериментальном материале в специальной книге К. Прибрама [37].

Исключительный интерес представляет вопрос о том, не преобладает ли «голографический» («палеокинетический») тип

в работе нервной ткани правого полушария в отличие от левого. Это соответствовало бы вероятному предположению об отражении в работе этого полушария черт, характерных для центральной нервной системы до появления звукового языка. Но следует подчеркнуть, что все указанные гипотезы нуждаются в тщательной экспериментальной проверке.

КАК ДАВНО ВОЗНИК ЗВУКОВОЙ ЯЗЫК?

Наш известный антрополог В. В. Бунак еще 25 лет назад предположил, что закрепление за левым полушарием функции управления звуковой речью произошло еще до верхнего палеолита (более 30000 лет до н. э.) [82, с. 241, 242]. Эта датировка была дана на основании обнаруженных им морфологических следов асимметрии функций двух полушарий на древних ископаемых черепках людей того времени. Более развитые речевые зоны левого полушария (см. рис. 16, а) оставляют след на черепе.

В то время на это доказательство (как и на аналогичные мысли, высказывавшиеся ранее другими антропологами) не было обращено должного внимания, так как существенные для этого данные о морфологической асимметрии полушарий у современных людей были проверены лишь в последние годы. Недавно окончательно была подтверждена точка зрения об асимметрии следов средней менингеальной артерии на эндокране — внутренней стороне черепа современного человека [83, с. 20 и 45; 34, с. 331; 24, с. 503—516]. Гипотеза В. В. Бунака, по которой речь уже была во времена верхнего палеолита, подтвердилась тщательным исследованием, проведенным безвременно умершей В. И. Кочетковой — одной из тех, кто создал палеоневрологию — новую науку о центральной нервной системе ископаемых людей [83, с. 155].

Кочеткова внимательно изучила слепки черепов предков человека, в частности неандертальцев, из десяти находок времени мустье (около 50 000—40 000 лет до н. э.) и пришла к выводу, что уже в это время (еще до появления в верхнем палеолите *Homo sapiens*) отмечается развитие речевой зоны Брока и зоны Вернике. Уже после смерти В. И. Кочетковой вывод о развитости морфологической асимметрии мозга у неандертальцев (в отличие, например, от питекантропов) был подтвержден на большом материале [84, с. 34, с. 361; 153].

В последние годы идет дискуссия о том, был ли возможен у неандертальцев звуковой язык, для которого необходим специфический для современного взрослого человека характер вытянутой надгортанной полости зева, отсутствующей у новорож-

денного и у древнейших предков человека. На основании одного черепа неандертальца были сделаны расчеты, дающие и для него отрицательный ответ на этот вопрос, но они не кажутся бесспорными [40, с. 25—26; 34, с. 624]. В случае, если эта гипотеза подтвердится, окажется, что неандерталец (последний по времени предшественник *Homo sapiens*) уже имел (очевидно, возникшие благодаря мутациям) предпосылки для специализированных устройств ввода и вывода. Но использовались они не для обработки звуковой речевой информации, а еще главным образом для расчленения на элементы знаков языка жестов (принципиальная возможность этого явствует из характера использования пальцевой азбуки глухонемыми и слепоглухонемыми).

По гипотезе Н. Гешвинда [85], основную роль в развитии звукового языка сыграло развитие тех ниже-теменных участков мозга, которые обеспечивают связь между устройствами обработки информации разного рода, в частности, звуковыми и зрительными. Соответствующие области почти полностью отсутствуют у обезьян. Но пре - Первоначальном развитии этих участков мозга они могли способствовать прежде всего связям между зрительными и тактильными устройствами: характерно, что эти участки сильно развиты в правом полушарии, в чем иногда видят противоречие идее Гешвинда [24, с. 511].

Лишь потом место ранней пальцевой азбуки (древнейших элементов, на которые начали разлагать жесты при увеличении словаря языка жестов), мог занять звуковой язык. В этом отношении показательна предполагаемая история пальцевого счета. Знаки этой системы из жестов-иероглифов (которыми ведало правое полушарие) превращаются в эквиваленты числительных, относящиеся к сфере левого полушария. Поэтому по отношению к таким предкам человека, как синантроп, наряду с гипотезой о развитии у них зачатков речевой зоны мозга [83, с. 146] возможно и допущение о росте тех отделов мозга, которые потом стали заниматься звуковым языком, а первоначально «обслуживали» язык элементарных жестов.

Развитие зон, соответствующих специализированным устройствам вывода и ввода, в это время могло еще не сопровождаться асимметрией мозга, как это иногда наблюдается (в небольшом числе случаев, см. рис. 16, б) и у современных людей. Более определенные выводы можно сделать относительно времени, когда правая рука стала главной при выполнении основных операций с орудиями труда. Ответом на этот вопрос наука обязана нашему историку С. А. Семенову — создателю экспериментальной археологии, научной дисциплины, которая проверяет гипотезы о характере применения древних орудий посред-

ством воспроизведения аналогичных технологических процессов. Ему удалось установить, что судя по следам работы, обнаруживаемым на орудиях труда, неандертальцы в основном работали правой рукой [86].

С этим можно предположительно связать и одну странную находку времени мустье в Ираке в пещере Шанидар (древность находки определена по C^{14} как 46 900+ 1500 лет): там найден скелет 50-летнего старика-неандертальца, который потерял правую руку и долго жил после этого, причем он носил какие-то предметы в зубах, отчего они скошены с внутренней стороны.

В верованиях позднейшего времени нередко встречается культ божества с одной рукой, причем часто у священного существа почитается левая рука — как бы зеркальное отражение основной руки обычного человека. Иногда с этим связывается и обычай отрезания одной из рук или ее пальцев; так объясняют и соответствующие изображения в искусстве верхнего палеолита. Поэтому кажется вероятным, что скелет из пещеры Шанидар — это первый след того, что в первобытной религии уже нашло отражение почитание одной из рук, их функциональная асимметрия.

По соображениям общего характера возможно, хотя и не обязательно, что эта функциональная асимметрия рук могла сложиться в труде (и религии) первобытного человека (неандертальца) еще до того, как у него образовалась морфологическая асимметрия полушарий, управляющих руками. В этой связи стоит подчеркнуть, что правое полушарие является доминантным меньше чем у половины левшей в современном обществе, иначе говоря, эти два признака не строго коррелируют друг с другом, что подтверждается и данными о таких правших, которые, например, пишут и бросают мяч разными руками (ср. рис. 17).

Кроме человека, морфологическая асимметрия центральной нервной системы открыта у певчих птиц, для которых специфична интенсивная звуковая сигнализация [24, с. 23—44]. Видимо, необходимость выделения специальных отделов центральной нервной системы требуется ввиду значительного объема специализированных процессов, которые трудно сочетать с выполнением других задач. Кроме китов (и дельфинов), у которых обнаруживается асимметрия звукоизлучающего аппарата, некоторые млекопитающие, в частности мыши, кошки и обезьяны [24], обнаруживают тенденцию к подобной асимметрии, часто остающейся лишь индивидуальной характеристикой животного. Однако из антропоидов (человекообразных обезьян) асимметрия полушарий мозга бесспорна

только у одного вида горилл [87], а для других антропоидов лишь предполагается по не вполне окончательным данным [34, с. 361—363; 24, с. 512—513]. Но нигде эта асимметрия не становится настолько существенной, как у человека, для которого (видимо, непосредственно после мустье при переходе к верхнему палеолиту) характерно все более последовательное проведение наследственного различия между правым и левым, связанное с наличием звукового языка.

Звуковой язык, по-видимому, достаточно поздно в процессе становления современного человека становится основным инструментом общения — примерно за 50—30 тысяч лет до н. э. (при общей длительности процесса развития человека, оцениваемой приблизительно в 3—4 миллиона лет в свете новейших открытий в Африке). Но его истоки коренятся в звуковой сигнализации обезьян.

Среднее число различных сигналов (от 20 до 40) в разных системах звуковой сигнализации обезьян, не отличающееся существенно от числа сигналов в системах общения других позвоночных [40, с. 19], приблизительно соответствует среднему числу фонем — основных звуковых единиц естественного языка. Это можно было бы объяснить тем, что те характеристики центральной нервной системы (в частности, размер оперативной памяти), которые определяют *по* число, в процессе очеловечивания относительно мало изменились (хотя соответствующие данные о происхождении памяти еще пока недостаточны).

В постоянстве числа сигналов всех позвоночных вплоть до числа фонем можно было бы видеть подтверждение принципа, по которому генетический механизм хорошо «считает» примерно до 2^6 [18, с. 318]. Развитие языка шло не по пути увеличения числа первоначальных сигналов, а в направлении их превращения из неразложимых на части осмысленных знаков-сообщений в элементы, из цепочек которых строятся другие знаки, соответственно от языка правого мозга — к языку левого.

Знаки — звуковые сигналы — обезьян нечленораздельны, не строятся из цепочек. Каждый из 20—40 звуковых сигналов, которые издают обезьяны, представляет собой неразложимый звуковой комплекс, служащий знаком определенной стандартной ситуации подобно знаку воздушной тревоги в человеческих обществах. Опыты, при которых искусственно вызываются звуковые сигналы при раздражении мозга электродами, показали существенную разницу в локализации производства звуков, у человека — преимущественно в коре, у обезьян — в подкорковых глубинных областях.

Важнейшим отличием человекообразных обезьян от человека (точнее, мозга обезьяны от «левого мозга» человека) призна-

ется то, что они принадлежат к животным зрительного типа. Решение интеллектуальных задач у шимпанзе возможно только тогда, когда все предметы и орудия, необходимые для этого, оказываются одновременно в зрительном поле обезьяны (что можно сравнить с характерной для «правого мозга» человека установкой на данную конкретную ситуацию).

Исходя из этого Л. С. Выготский еще в начале 30-х годов предложил поставить опыт обучения человекообразных обезьян языку жестов, используемому глухонемыми; он заметил при этом, что находит сходство между обезьянами и людьми, страдающими афазией (иначе говоря, между мозгом обезьяны и «правым мозгом» человека, левый мозг которого поражен афазией). К сожалению, лишь 40 лет спустя этот опыт был осуществлен известными зоопсихологами супругами Гарднерами (не знавшими о догадке Выготского), обучившими обезьяну Уошо достаточно сложному языку жестов-иероглифов. Результаты их опытов были подтверждены и экспериментами Примака, который научил шимпанзе Сара пользоваться системой условных знаков, из которых она может строить последовательности (рис. 27) [37, с. 371].

Дальнейшее продолжение этих опытов на других шимпанзе [88], в том числе с помощью использования вычислительной машины как «учителя» обезьяны [34, с. 562—578], а в последнее время и на горилле, подтверждает далеко идущее сходство возможностей мозга обезьяны с «правым мозгом» человека. Особенно замечательно то, что Уошо способна выполнить синонимические преобразования комбинаций жестов-знаков в том именно духе, который характерен для правого полушария человека, где хранится толковый словарь языка. Супруги Гарднеры, объясняясь с Уошо жестами, называли «холодильник» комбинацией жестов-иероглифов «холодный» + «ящик». Уошо же сама придумала вместо этого комбинацию жестов «открой» + «пища» + «питье» [89]. Логическое название, построенное по типу логического высказывания «быть холодным» (о «ящике») $P(a)$, обезьяна заменяет соединением обозначения нужного ей действия с обозначением нужных предметов.

В экспериментах Примака особенно интересно для сопоставления с характерным для «правого мозга» человека языком иероглифов типа китайских то, что Сара сама предпочла располагать свои сообщения на доске вертикально, что было принято и Примаком (рис. 27).

Для подтверждения схождения употребления знаков обезьянами и ранних форм человеческого общения существенно то, что у Уошо один жест может относиться одновременно к целому

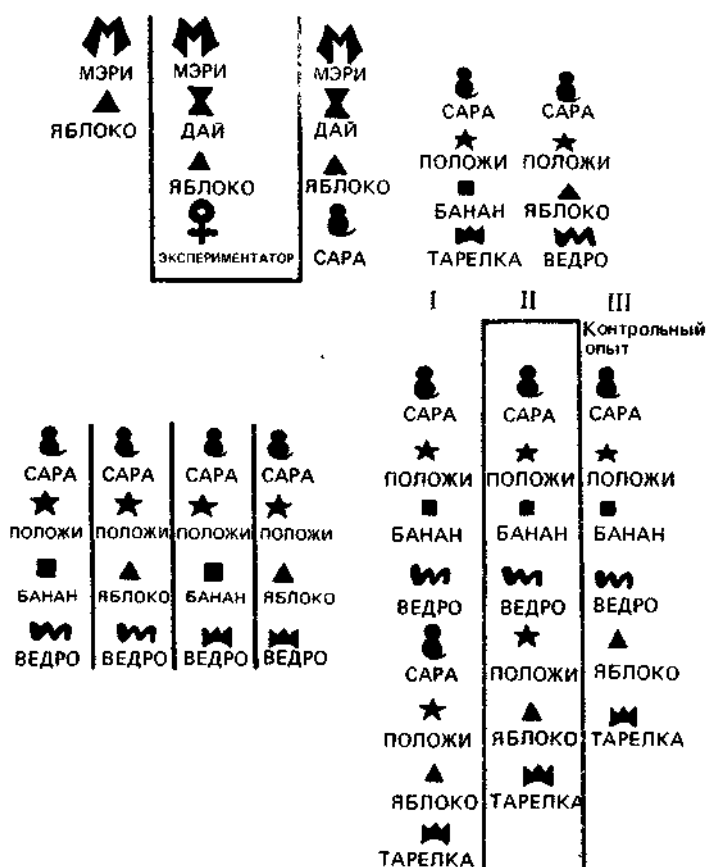


Рис 27. Система сигнализации шимпанзе Сара

комплексу предметов: «вред» — «царапина» — «красные пятна» — «пупок»; «слушать» — «будильник» — «сломанная стрелка часов» — «мигающий огонек»; «цветок» — «запах табака» — «кухня» и т. п. Такое комплексное употребление жестов совпадает с комплексным характером значений наиболее ранних слов младенческого лепета.

Такую размытость значений в большой степени сохраняют и развитые человеческие языки. Поэтому в последнее время предложена теория, по которой для их описания нужны «размытые множества» (fuzzy sets), принадлежность к которым того или иного предмета определяется в зависимости от данной ситуации [90]. В логическом языке всегда известно, принадле-

жит данный предмет множеству ($P(W) = 1$) или нет ($P(W)=0$). В естественном языке $P(W)$ принимает значения от 1 до 0 в зависимости от воздействия контекста [42, с. 316], то позволяющего отнести предмет к размытому множеству, то затрудняющего такое решение.

Особенности человеческого восприятия в отличие от вычислительных машин видят в способности оперирования с размытыми множествами [91]. В этом смысле можно сказать, что язык каждого современного человека занимает промежуточное место между сигнализацией Уошо и строгой однозначностью машинных языков.

У Уошо такая комплексность значений или многозначность связана еще и с тем, что у нее, как и у Сара, общее число жестов не превышает 200 знаков ($2 \cdot 10^2$, т. е. на два порядка меньше величины, характерной для наименьшего словаря в современном человеческом языке). По числу знаков, как и по другим особенностям, систему обучения четырехлетней Уошо можно сравнить с речью ребенка в полтора — два года [60, с. 41], когда от 12—15 слов ребенок переходит к 60—200 словам. Но характерна тенденция к употреблению каждого из этих знаков в максимально разнообразных значениях (в отличие от жесткой предопределенности звуковых сигналов обезьян).

Кажется несомненным, что этими экспериментами доказана явная близость некоторых особенностей правого полушария современного человека к мозгу его далеких предков.

Исследование системы жестов, которую могут усвоить шимпанзе и гориллы, позволяет представить в какой-то мере ту эпоху в предыстории человеческого языка, которую можно уподобить и «сенсомоторному» периоду в развитии ребенка. По гипотезе Р. Тома [42, с. 247—250], с помощью языка человек избавляется от той власти, которую над зверями, первобытными людьми и маленькими детьми могут иметь биологически значимые предметы. Благодаря тому, что человек называет вещи по имени, они постепенно теряют свое бывшее могущество. Можно напомнить, что вещи, сохраняющие свою былую власть, человек избегает называть по имени: из-за таких табу далекие предки современных славян древнее индоевропейское название медведя (сохраняющееся, например, в том греческом слове, от которого образовано название Арктики) заменили осторожным прозвищем «деющийся мед».

Возникновение семантического пространства языка как в развитии ребенка, так и в истории всего человечества, следует за первичным постижением внешнего пространства, в котором человек начинает ориентироваться с помощью своего тела. Переход к решению логических задач, чрезвычайно трудных

даже для мозга таких высокоразвитых животных, как дельфины, явился самым поздним этапом развития. В определенном смысле биологически человек меньше всего подготовлен к частому решению сменяющихся логических задач [92, с. 203—204]. В этом и можно было бы видеть биологический смысл создания вычислительных машин, наделенных именно этой способностью и поэтому восполняющих существенный пробел в эволюции центральной нервной системы.

С кибернетической точки зрения эволюция, приведшая к развитию левого полушария, в существенно большей степени, чем правое, ориентированного на решение логических задач, находит дальнейшее продолжение в создании специальных технических устройств для решения таких задач — вычислительных машин.

Согласно результатам новейших исследований обнаружены цитоархитектонические различия в строении коры левого и правого полушария. В норме у правшей височно-теменная область, включающая речевую зону, в левом полушарии оказывается в семь раз (а затылочная в четыре раза) больше, чем в правом; предполагается, что истоки этого различия можно возвести к неандертальцам, если не к еще более отдаленным предкам человека [153]. В эволюционном плане существенно также и то, что лобная правая доля существенно (в 9 раз) больше левой. Можно предположить, что развитие лобных долей, с которым связаны некоторые собственно человеческие особенности поведения, осуществилось не одновременно с развитием височно-теменной (и затылочной) доли. В этом плане существенно также и то, что по некоторым своим функциям (в частности, в качестве регулятора эмоций) левая лобная доля может быть сближена с правым полушарием, правая височная область — с левым полушарием [ПО]. Возникает задача определения относительной хронологии развития каждой из основных зон обоих полушарий.

Другим важным направлением исследований, намеченным, в частности, в работах чл.-корр. АН СССР Г. В. Гершуни, является выяснение того, в какой мере становление системы звукового (слухового) анализа определялось характером систем сигналов, использовавшихся позвоночными. На этом пути можно ждать выявления сходств между некоторыми характеристиками систем коммуникации и распознавания звуковых сигналов у человека и высших позвоночных [154].

БЛИЗНЕЦЫ

... они число принимают за начало и как материю для существующего, и как выражение его состояний и свойств, а элементами числа они считают четное и нечетное, из коих последнее — предельное, а первое — беспредельное; единое же состоит у них из того и другого (а именно: оно и четное, и нечетное), число происходит из единого, а все небо, как было сказано, — это числа. Другие пифагорейцы утверждают, что имеется десять начал, расположенных попарно: предел и беспредельное, нечетное и четное, единое и множество, правое и левое, мужское и женское, покоящееся и движущееся, прямое и кривое, свет и тьма, хорошее и дурное, квадратное и продолговатое.

Аристотель, Метафизика

ПАРНЫЕ СИМВОЛЫ

Вскоре после победы звукового языка и закрепления за левым полушарием речевых функций в верхнем палеолите наступает расцвет первобытного искусства, истоки которого восходят к гораздо более ранней эпохе [34, с. 289—311]. Самые ранние знаки первобытного искусства по происхождению связаны со знаками древнего языка жестов, фиксацией которого они были.

Первобытное искусство представляло собой чрезвычайно специфический вид знаковой системы, ближе всего стоящей к рисуночному пиктографическому письму. Но (в отличие от позднейшего письма) его знаки связаны не со звуковой речью, а с языком жестов. Необычайный интерес представляет то, что, начиная с древнейших памятников искусства верхнего палеолита, оно бесспорно отражает ту самую асимметрию (в частности, правой и левой руки), которая уже играет столь существенную роль в физиологической структуре человека в эту эпоху.

В наскальных изображениях верхнего палеолита знак руки

чище всего изображает левую руку, а не правую. В пещерах Гаргас и Кастильо отпечатков левых рук 159 (т. е. около 0,9 всех случаев) при 23 правых. Та же особенность характерна и для позднейших североамериканских индейских пиктографических изображений: на 108 отпечатков левой руки (что составляет почти 0,8 всех случаев) в шести местностях Северной Америки приходится 30 отпечатков правой руки. Почти исключительное преобладание отпечатков левой руки характерно и для пещерных полупиктографических изображений в Австралии.

Первобытное искусство на протяжении многих тысяч лет отличается удивительным постоянством тематики и символики. Все символы группируются вокруг нескольких парных (двоичных) противоположностей.

Основным парным противоположением в первобытном искусстве было противоположение мужского и женского начала, которое связано с особенностями социальной организации и хозяйственной деятельности первобытного человека. Французский антрополог Леруа-Гуран установил, что знак левой руки в первобытном искусстве является одним из способов символического обозначения женского начала. Из этого следует, что та система парных противоположностей, которая лежала в основе первобытного искусства, соответствовала уже принципу организации двоичных (дуалистических) мифологий, которые характерны для всех ранних этапов развития человеческой мысли. Главной чертой наиболее ранних мифологий является именно их дуалистический характер. Это было выявлено еще в 1941 г. в классическом исследовании замечательного этнографа А. М. Золотарева, чьи выводы подтвердились многочисленными исследованиями последних лет [94].

Особенностью подавляющего числа этих „мифологий и систем обрядов является то, что в них левая сторона соотносится с женским началом, а правая сторона — с мужским. Недавнее открытие, согласно которому тенденция занимать левое место в помещении характеризует статистически преобладающее число женщин в современном обществе, привело к постановке вопроса о том, что эта тенденция может быть следствием генетического предрасположения [24, с. 276]. В русском народном причитании невесты в первый день сватовства говорится:

Уж мужицкий пол стань на праву руку,
Женский пол стань на леву руку.

Свидетельства восточнославянского фольклора, по которым женщину хоронили слева от мужчины, согласуются с археологическими данными о славянских парных захоронениях. Но корни этих представлений уходят в еще более глубокую древность.

Знаменитый антрополог Лики еще в 30-х годах обнаружил в Кении в пещере Эльментейна древние захоронения, подчиняющиеся той же закономерности: мужские скелеты в захоронениях лежали на правом боку, женские — на левом. В этих и других (еще более ранних) захоронениях древность связи левой стороны с женским началом удостоверена археологией.



Рис. 28. Знаки лошади и бизона в первобытном искусстве

Противопоставление левого и правого в искусстве палеолита было связано и с различиями цветов. Лучше всего это обнаруживается в пещерах Ляско. В Большой галерее этих пещер в левой группе изображаемых животных головы окрашены в красный цвет, а в правой группе — в черный.

В Кастильо женские знаки выполнены в красном цвете, а мужской знак — в черном. На рисунках в пещерах Ляско противопоставление красного и черного цветов связывается и с различием изображений лошадей и бизонов, которые сами, вероятно, были символами пола (рис. 28).

Следует подчеркнуть, что противопоставление красного цвета (который, судя по находкам охры, очень рано — еще до мустье — приобретает символическое значение в погребальных обрядах у предков человека) и черного является общечеловеческим. Оно резко отличается от тех цветовых признаков, которые существенны для зрительных восприятий человекообразных обезьян. Поэтому появление охры (уже у неандертальцев) можно считать одним из наиболее надежных археологических свидетельств окончательного «очеловечивания». Любопытно, что у неандертальцев (в упомянутой выше пещере Шанидар) отмечено и первое использование цветов — «букетов» в погребальных обрядах, что предвосхищает обычай, дошедший до нашего времени.

Системы двоичных противоположностей, включающие различия между мужским и женским началом, левым и правым, красным (или белым) и черным цветами и соответствующими парами животных (например, лошадью и бизоном и т. д.), у первобытных народов в наиболее архаичных случаях связаны с дуальным членением племени на две экзогамные половины, между которыми только и возможны браки (запрещенные между членами одной и той же половины). Такое членение, очевидно, изначально присуще всем человеческим обществам, так как запрет инцеста — кровосмесительных браков между близкими родственниками — безусловно является общечело-

веческим, хотя самое понятие близкого родства по-разному понимается разными народами.

Главнейшей особенностью всех ранних человеческих культур было то, что это двоичное социальное деление коллектива символизировалось таким образом, что с каждой из дуальных половин племени связывался один из рядов полярных двоичных символов. Важнейшими из таких символов в древности была левая и правая рука. Благодаря этому удается соотнести друг с другом основные события в биологической, социальной и культурной эволюции человека: закрепление речевых функций и управления движениями правой руки за левым (доминантным) полушарием, выработку символических систем двоичных противоположностей, отраженных уже в искусстве верхнего палеолита, и создание дуальной организации племени. Но замечательно, что сам *Homo 'sapiens* на самых ранних этапах своей истории уже связывал различия между полами (мужским и женским) с асимметрией правой и левой руки, делением на две экзогамные половины и наличием парных противоположностей (например, цветовых) в природе.

А. М. Золотарев, впервые отчетливо сформулировавший принципы соотнесения дуальной организации с двоичной символической классификацией, установил также, что оба эти явления связаны и с близнецным культом. Почитание близнецов и страх перед ними существовал во всех первобытных религиях. Истоки «Великого страха» (выражение английского этнографа Р. Харриса, открывшего это явление) перед близнецами уходят в доисторическое прошлое человека.

У обезьян, как и у человека, двойни являются крайне редким событием. Вызывает страх не только двойня (одного из двойняшек обезьяны пытаются похитить), но и сама мать близнецов, которую вместе с детьми отгоняют от стада [95]. Эти особенности поведения обезьян совпадают с наиболее ранними проявлениями близнецного культа в архаических обществах (например, в Африке), где одного из близнецов (а иногда и обоих) убивают, а их мать всегда изолируют от общества.

На более поздних стадиях близнецного культа близнецов почитают, но один из них связывается с отрицательным рядом в двоичной символической классификации. Парные символы близнецов воплощают две полярные противоположности.

Близнецы, способ появления которых на свет казался отличным от общечеловеческого, считаются происходящими от священных животных. Дошедший до исторического времени пример такого верования — миф о Ромуле и Реме, параллели которому обнаруживаются по всей Евразии.

Древнюю форму подобного мифа, вероятно, сохраняют те

легенды и памятники изобразительного искусства на территории Кавказа, в которых выступает пара священных волков или собак (грузинские мтцеварни, которым до сих пор поклоняются хевсуры), две такие собаки-волки изображены, например, на серебряной чаше из Триалети (II тысячелетие до н. э.) (рис. 29) У абхазцев до недавнего времени такое парное божество Алышкынтыр служило предметом особого поклонения.



Рис. 29. Собаки-волки на чаше из Триалети

Тринадцать лет назад автору этой книги, занимавшемуся изучением абхазского язычества, посчастливилось с помощью проводника — старого абхазца, прокладывавшего через зарос-



Рис. 30. Сдвоенное божество в виде пары собак в абхазском храме Алашкынтыр

ли дорогу топориком, подняться на вершину горы над Ткварчели, где в средние века был построен христианский храм на месте поклонения этому божеству. На мраморной плите на одной из стен храма божество изображено в виде двух фантастических животных (собак), соединяемых каким-то круглым предметом (рис. 30). Возле этой плиты в глухом месте среди зарослей я с изумлением увидел следы недавно совершенного жертвоприношения (хотя уже достаточно скромного).

Кажется возможным, что в искусстве палеолита символы лошади и бизона, входившие в ряды двоичных противоположностей, могли быть связаны с древней формой близнечного мифа, возводящей родоначальников племени к парным животным.

Противоположение мифологического мужского и женского начал в разных образах первобытного искусства выражается либо символами животных (лошади и бизона), либо условными знаками (стилизованными изображениями пола, пунктирными линиями, треугольниками, четырехугольниками и т. п.). Возможно, что с символикой женского начала, особенно важного для религии палеолита, следует связывать и многочисленные

палеолитические скульптурные изображения «венер» — женские фигурки (часто с гипертрофией женских половых признаков — громадными грудями).

С женским и мужским началом связаны и символы Луны (Месяца) и Солнца. Эти два символа также восходят уже к верхнепалеолитическому искусству. К палеолиту возводится и распространенный во многих мифологических традициях Евразии образ Луны как быка (бизона) и Солнца как лошади.

Противопоставление лошади и бизона в таких памятниках первобытного искусства, как рисунки на стенах пещер Ляско, соотнесено не только с различиями левой и правой стороны, красного и черного цветов, но и с различием между четом и нечетом. На рисунках в пещерах Ляско к семи основным «счетным» знакам у лошади добавляется одна стрелка (всего 8, чет), у бизона две стрелки (всего 9, нечет).

Противопоставление чета и нечета найдено и в целом ряде других произведений первобытного искусства [69]. Для пояснения возможностей древней обрядовой роли этого противопоставления значительный интерес может представить сравнение с древнекитайскими ритуалами. Согласно мнению некоторых историков китайской культуры, самое деление явлений на две полярно противоположные группы — ян и инь — было связано с необходимостью при гаданиях относить каждое событие к одной из двух категорий — благоприятной или неблагоприятной. Результат деления чисел, получившихся при гадании, мог быть четным или нечетным, в зависимости от чего определялся благоприятный или неблагоприятный исход гадания. Кажется вероятным, что счетные знаки на произведениях палеолитического искусства могли быть связаны с осуществлением сходных обрядов.

ОТ ДВУХ ДО ЧЕТЫРЕХ

При наличии нескольких двоичных противопоставлений в модели мира древнего человека легко понять, что их наложение друг на друга могло привести к четырехчленным комплексам. Четырехчленная схема соответствовала той «горизонтальной» модели ориентации по четырем сторонам света, которую некоторые археологи возводят к эпохе мустье. Уже у мустьерских обитателей Тешик-Таша предполагается ориентация по восходу и заходу солнца. С этим сопоставляют и крестовидные знаки мустьерской эпохи.

Использование священного знака креста связано с архаической формой поселения в целом ряде позднейших культур — древнеегипетской (иероглиф для обозначения поселения, пред-

ставляющий собой крест, вписанный в круг), южноазиатских, в культуре американских индейцев, где этот знак, как и символика священного числа 4, представлен особенно широко.

Для сопоставления с символикой палеолитических пещер особый интерес представляет встречающаяся у американских индейцев и у различных народов Евразии и Америки символизация каждой из четырех сторон света каким-либо особым



Рис. 31. Печать из Мохенджо Даро

животным (из - наиболее известных примеров можно сослаться на четырех зверей в Апокалипсисе). Из традиций, дошедших до нашего времени, значительный интерес представляют обрядовые танцы таких африканских племен, как ланго. В этих танцах стороны света символизируют люди, одетые соответственно, как слон, леопард, носорог и буйвол. Точно так же животные (видимо, с этими же функциями) изображены рядом с рогатым божеством («прото-Шивой») на одной из наиболее известных печатей из Мохенджо-Даро (древний город в долине Инда) (рис. 31).

Те же животные (в том числе носорог и слон) или отчасти им соответствующие (мамонт, а не слон) встречаются и в произведениях палеолитического искусства. Статистический анализ этих изображений позволяет выделить четверку животных, которая функционально сходна с животными, символизирующими стороны света у таких народов, как ланго. В этом можно видеть косвенное подтверждение гипотезы, по которой структура пещерных комплексов могла включать и преобразенную четырехчленную модель, символизирующуюся четырьмя животными. Но два из них, изображаемые чаще всех других (лошадь и бизон), сами образуют двоичное противопоставление. Из этих соображений можно вывести заключение, что и в традициях верхнего палеолита, как и в позднейших культурах (например, американских индейцев), с этой точки зрения детально изученных этнографами, четырехчленные структуры возникали из наложения друг на друга двух двучленных. В частности, в Австралии племена с дуально-экзогамной организацией характеризуются делением каждой из двух половин племени на два возрастных класса, что в результате дает четырехчленную систему. Таким четырехчленным социальным

системам архаического типа могли соответствовать и четыре соответствующих символа животных (каждое из которых соотносилось с одной из сторон света и другими символами — цветами, ветрами и т. д.).

У племени аранта каждая из двух половин делится согласно дуальному или дихотомическому принципу еще на две, образуя 4 группы («полуполовины»). Каждый член племени обязательно относит себя еще и к одному из двух возрастных классов (отца и сына).

В соответствии с этим всю систему в целом целесообразно описывать как состоящую из четырех групп A, B, C, D и действующего в пределах каждой из областей различительного признака поколений 1 и 2, откуда — восемь классов $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2$. На языке теории групп, которая успешно применяется к системам родства этого типа [96, 97], отношения между восемью классами в системе аранта могут быть описаны подстановкой ρ — такой, что дети мужчины класса A_1 относятся к классу A_2 , дети мужчины класса A_2 относятся к классу A_1 и т. п.:

$$\rho = \begin{cases} A_1 A_2 B_1 B_2 C_1 C_2 D_1 D_2 \\ A_2 A_1 B_2 B_1 C_2 C_1 D_2 D_1 \end{cases}.$$

Отношения между классом мужа и классом жены определяются подстановкой f :

$$f = \begin{cases} A_1 A_2 B_1 B_2 C_1 C_2 D_1 D_2 \\ B_1 D_2 A_1 C_2 D_1 B_2 C_1 A_2 \end{cases},$$

т. е. жена мужчины класса A_1 относится к классу B_1 , жена мужчины класса A_2 относится к классу D_2 , жена мужчины класса B_1 относится к классу A_1 и т. д.

Благодаря дихотомии внутри системы из двух половин возникает четырехчленная система. У аранта обнаруживается характерная и для других обществ с дуальной организацией дополнительность двух описаний пространственной структуры племени — как концентрической и как «диаметральной». Согласно одному описанию, становище является круглым и разделено на два полукруга, соответствующие двум экзогамным половинам племени — западной и восточной; по другому описанию становище четырехугольно, каждая из его четырех частей, ориентированных по сторонам света, занята одной из четырех групп.

Первое описание соответствует выделению основного параметра — дуальной организации из двух половин, второе — фиксирует внимание на второй дихотомии, благодаря которой образуется четырехчленная система.

Вместе с тем этнографические исследования установили, что при наложении друг на друга двоичных противопоставлений иногда может образоваться не «горизонтальная» четырехчленная структура, а вертикальная трехчленная.

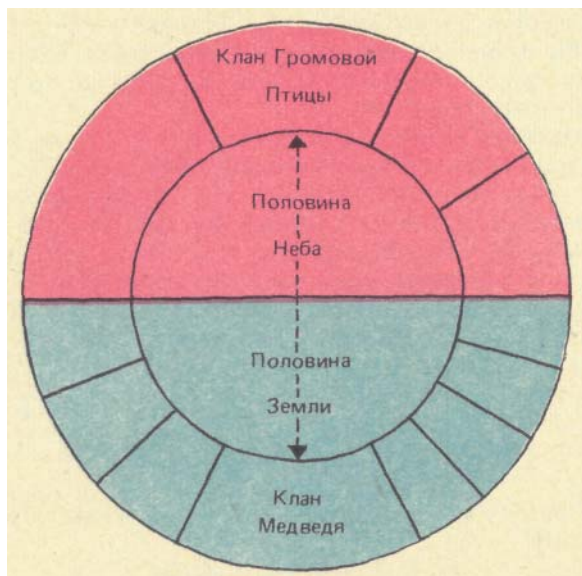


Рис. 32. План селения виннебаго

В Северной Америке племя виннебаго состоит из двух половин — Земли и Верха (т. е. Неба). К половине Неба относится 4 клана, к половине Земли — в два раза больше кланов — 8. Виннебаго разделены пополам, но нижняя половина, в свою очередь, разделена пополам, поэтому индейцы, описывая строение племени, говорят по-разному: то, что они разделены на две части, то, что они разделены на три, не противоречит себе. Нижняя половина воспроизводит структуру целого. В этой половине нижнюю полуполовину возглавлял клан Медведя, располагавшийся на севере (рис. 32). Клан Громовой птицы, из которого происходил вождь всего племени, располагался на юге. Противоположный ему по географическому признаку (юг — север) и по значимости в иерархии половин клан Медведя — главный клан нижней полуполовины нижней половины — был кланом боевого авангарда всего племени. Поэтому по своему значению он был следующим за кланом Громовой птицы.

Отчетливость осознания дуальной структуры всего племени самими индейцами видна как из этого факта, так и из того, что в боевых лагерях по обе стороны от вождя зажигают по огню: каждый из них соотнесен с одной из двух половин племени. Во время медвежьего праздника у виннебаго дары подносятся четверем мифологическим медведям — родоначальникам, созданным в начале мира. Четырехчленные схемы во всех подобных случаях возникают из комбинации двоичных противопоставлений.

Сочетание диаметральной структуры с концентрической, аналогичное тому, которое известно у аранта и виннебаго, обнаружено и у племени бороро (Бразилия). Для этого племени характерна дуальная организация, но при этом каждый клан делится на три брачных класса (см. рис. 7).

Трехчленные деления в истории культур начинают играть существенную роль позднее, чем двучленные и основанные на этих последних четырехчленные.

Хотя некоторые исследователи и предполагают наличие трехчленных символов верхнепалеолитического периода, например, в палеолитической стоянке в Мезине, символика этого типа в основном характерна для искусства более

позднего времени. Позднейшее примитивное искусство (в отличие от первобытного палеолитического) характеризуется усложнением изображений (животных, человека, солнечных и лунных символов) вокруг центрального образа мирового дерева, в котором всегда выделяются три части: верх, середина и корни. Этот образ остается доминирующим в шаманских сибирских традициях (рис. 33). Этот вертикальный принцип, согласно которому функция символа определяет его место в вертикальном ряду, противопоставляет примитивное искусство структуре палеолитических пещер, преимущественно горизонтальной.

В кибернетических работах по общей теории систем уже отмечалось, что «многие тернарные отношения более естественно истолковываются как бинарные отношения между переменной и парой» [98]. Это, в частности, оказывается верным и для социальных и символических (семиотических) систем, складывающихся на почве дуальных (бинарных).

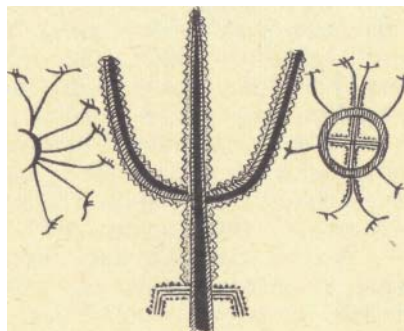


Рис. 33. Мировое дерево в искусстве сибирских народов

ДА И НЕТ

Наиболее отчетливо принципы построения бинарных систем выявлены по отношению к звуковому уровню естественного языка, результаты исследования которого поэтому особенно существенны для представителей других наук.

Каждая из фонем — основных звуковых единиц языка — может быть описана как отличающаяся от всех остальных фонем этого же языка некоторым набором признаков, принимающих одно из двух значений. Обычно можно подобрать такие две фонемы, которые различаются только по одному признаку. Значение признака, сохраняющегося в позиции неразличения (нейтрализации) таких двух фонем (например, глухость в конце слова в русском языке), называется базисным, а другое его значение — маркированным (звонкость в приведенном примере). Маркированная фонема (∂) может быть представлена как базисная (m), к которой добавлен маркированный признак ($\partial = m + \text{звонкость}$). В настоящее время построены наборы признаков, позволяющие описывать фонемы языков мира в терминах 12 двоичных признаков или немного большего их числа, не превосходящего 20.

Можно предположить, что если не весь этот набор признаков, то во всяком случае универсальные принципы его организации «встроены» в каждого человека, т. е. передаются генетически [25], как это в последнее время признается вероятным по отношению к основным универсальным характеристикам любого языка, вскрываемым в порождающей грамматике. Одна из первых логических операций, которые совершает человек в раннем детстве, состоит в том, что он, основываясь на этой «встроенной» системе, постепенно овладевает (в определенной последовательности, которая также является универсальной) различительными признаками фонем родного языка.

Реальность различительных признаков фонем вытекает из фактов развития языка одного члена коллектива — ребенка. Об этом же говорят опыты по передаче речи по каналу связи с помехами. Поражение коры головного мозга создает ситуацию, близкую к передаче речевых сообщений по каналу с помехами. При расстройствах речи, вызванных травмами речевых зон левого полушария головного мозга (или воздействием на эти зоны электродов при операциях на мозге), распад противопоставлений фонем по двоичным признакам происходит, по-видимому, в последовательности, обратной универсальной последовательности усвоения этих признаков ребенком.

При поражении соответствующих участков коры головного мозга разрушается именно противоположение различительных

признаков, из-за чего базисная и маркированная фонемы смешиваются в речи. Установление специфической близости или отождествление (в определенных пределах заданной точности различения) таких фонем может происходить и в особых случаях использования языка, где внимание сосредоточено на звуковых отношениях между словами, например в поэтической речи. «Неточные» рифмы, отождествляющие базисную и маркированную фонемы (*ж* и *ш* в рифме *жаркие ~ нашаркали*, *д* и *т* в рифме *адрес — театре*], в частности в фольклорной поэзии и у современных поэтов, также косвенно доказывают реальность классификации фонем по признакам.

Особый интерес представляет то, что при поражениях соответствующих отделов коры головного мозга в левом полушарии такие же замены, как упомянутые выше фонемные, происходят и по отношению к значению слов, отличающихся одним только семантическим (смысловым) признаком. В современной лингвистике для исследования значений (в частности, грамматических) была предпринята попытка описать их с помощью различительных двоичных признаков.

Такие бинарные модели признаков в современной лингвистике строятся для исследования наиболее общих значений, соотносимых с левым полушарием, в одних языках выражающихся грамматическими средствами, в других — словообразовательными или лексическими. Например, грамматические классы уменьшительности, увеличительности, «субъективной оценки» во многих африканских языках и словах типа русских *больше, меньше, очень* и т. п. описываются двоичным противопоставлением 'малая степень'—'немалая степень'. Внутри этого противопоставления, образующего особую семантическую (или грамматическую) категорию, первый член является маркированным, второй—базисным, что проявляется и во внешнем морфологическом строении соответствующих форм.

В истории языка значимые части слов также обычно меняются на один смысловой признак (как и фонемы), например, суффикс с аффективным уменьшительным значением может приобрести противоположное увеличительное значение (как в истории некоторых языков банту или эскимосского).

Такой же двоичный набор признаков для классификации в последнее время строится и для наиболее употребительных слов языка, не связанных с обозначением конкретных вещей. Но здесь использование такого же набора признаков возможно только по отношению к небольшим подсистемам слов ограниченного круга «полуграмматических» значений, связанных с левым полушарием. Весь же словарь в целом (включая и слова с конкретными предметными значениями, соотносимыми с правым

полушарием) оказывается существенно более сложной системой, число элементов которой ($k \cdot 10^4$) на несколько порядков превосходит число единиц фонологической системы ($10—10^2$) или системы грамматических значений.

Описание столь сложных систем в терминах двоичных признаков, видимо, не целесообразно. При изучении небольших подсистем слов с абстрактными значениями выделяются двоичные классификационные признаки, частично совпадающие не только с универсальными грамматическими признаками, но и с теми признаками, которые оказываются существенными и для исследования мифологических и ритуальных систем.

БИНАРНАЯ СИМВОЛИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Давно уже было установлено, что в так называемых элементарных (архаичных или примитивных) обществах, т. е. в большинстве коллективов, уровень развития которых существенно отличен от современной европейской цивилизации, имеются символические (знаковые) системы классификации явлений внешнего мира. На принципиальное сходство этих классификационных систем с двоичными лингвистическими кодами внимание было обращено лишь в самые последние годы.

Системы, на которых основаны ритуалы, ритуализованное (предопределяемое жесткими правилами) поведение и мифология в элементарных обществах строятся на двоичных противопоставлениях того же типа, что и наборы различительных признаков для описания языка. Чаще всего в наиболее просто организованных системах речь идет о двух рядах признаков или символов (знаков), каждый из которых противоположен другому.

Каждый признак или символ внутри такой системы соотносится с одним, ему противоположным, и целой серией признаков или символов, входящих в тот же ряд, что и данный. Отличием от фонологических бинарных систем является то, что все эти ряды противоположностей в определенных контекстах взаимозаменяемы (синонимичны). каждую из пар противоположностей можно рассматривать как перевод основного противопоставления 'благоприятный' — 'неблагоприятный'.

Ситуация, с которой сталкивается исследователь «первобытной» (элементарной или архаической) мифологии и ритуалов, можно пояснить сопоставлением с современными кибернетическими моделями, описывающими простейшие формы поведения автоматов, т. е. некоторых объектов, способных в каждый момент времени $e = 1, 2, \dots$ воспринимать конечное число сигналов

в $S \in (S_1, S_2, \dots, S_N)$ и изменять в зависимости от них свое внутреннее состояние, которым определяется действие $f \in (f_1, f_2, \dots, f_N)$ производимое автоматом. В этих моделях принимается, что все сигналы $s (s_1, s_2, \dots, s_N)$, воспринимаемые из окружающей среды, автомат расценивает либо как благоприятные (выигрыш, $s = 0$), либо как неблагоприятные (проигрыш, $s = 1$) [7].

Точно так же ведет себя «первобытный» коллектив и каждый его член: все сигналы, им полученные из внешней среды, делаются на благоприятные (для коллектива, определенной его части или индивида) и неблагоприятные. Соответственно формируются ряды равнозначных с этой (и только с этой) точки зрения групп сигналов и классов сигналов (иногда уже достаточно абстрактных).

Несмотря на максимальную географическую и культурно-историческую удаленность таких систем Нового Света от приведенных аналогичных систем Старого Света (в том числе в палеолите), в них можно увидеть в основном тот же набор двоичных классификационных признаков и символов. Разительные типологические сходства и совпадения заставляют поставить вопрос о том, не является ли строение этих систем универсальной, разделяемой всеми примитивными обществами.

Сравнение всех известных к настоящему времени фактов показывает, что строго универсальным является принцип строения и наличие некоторых пар признаков (левый — правый, женский — мужской), тогда как распределение признаков по рядам и связи между ними могут варьироваться (хотя и менее свободно, чем в системах фонем). Например, земля в некоторых из указанных систем соотносится с женским началом (как и луна), но преобладание имеют традиции, где луна (месяц) связывается с мужским, а солнце с женским началом.

Для исследования степени универсальности связей между определенными парами двоичных противопоставлений наиболее показательным примером является связь признаков «левый» и «женский», «правый» и «мужской». Хотя связь первых двух признаков встречается в большинстве таких систем и может быть предположена уже для верхнепалеолитического знака левой руки, выступающего в качестве женского символа, тем не менее встречаются и системы, где левый соотносится с мужским.

В Восточной Африке обнаружена целая культурная область, в которой положительное значение придается левой, а не правой руке; иногда инверсия этих значений обнаруживается при гаданиях по полету птиц. Такой же инверсией объясняется и то, что слово, означавшее в латинском языке (в том числе

и у греческих прорицателей в Риме) *левое, дурное* (*sinistrum*), в техническом языке римских гадателей — авгуров, иначе ориентированных по сторонам света, чем греческие прорицатели, имело противоположное значение — *благоприятный*.

Отмечая этот последний факт, Герман Вейль в своей книге о симметрии приводит его как иллюстрацию условности мифологического использования названий «правый и левый» в качестве символов таких противоположностей, как «добро и зло» [99, с. 52—53]. Вейль подчеркивал эквивалентность правой и левой стороны со строго научной точки зрения, в этом противоположной мифологической. Вместе с тем он же отмечает (по его мнению, объясняемое случайностью) введение асимметрии на разных этапах биологической эволюции. Это по-видимому, имело бы смысл соотнести с принципиальной асимметричностью двух рядов классификационных признаков во всех системах рассматриваемого типа и с их связью с противоположением «левый — правый» в процессе очеловечивания.

Объединение обоих противоположных признаков в системах такого рода происходит обычно в ходе ритуала, который (как и отчасти связанный с ритуалом миф) может рассматриваться прежде всего как способ достижения либо инверсии противоположных символов, либо их слияния, либо, наконец, поиска промежуточных звеньев между противоположностями. Примерами инверсии противоположных символов, меняющихся местами, может быть и североамериканский индейский ритуал охоты на орлов, где охотник и добыча меняются местами, как в повести Андрея Платонова «Джан» (видимо, осованной на аналогичных представлениях). Такая инверсия символов сохраняется и в народных карнавальных обрядах.

Поиск промежуточных звеньев между противоположными рядами оказывается основным назначением структуры мифа, который в этом отношении, как и во многих других, близок к структуре ритуала. В качестве одного из показательных примеров можно сослаться на айнскую мифологию (на островах Хоккайдо и Сахалине), согласно которой в начале мироздания все бинарные оппозиции (представленные не только в туземной айнской, но и в японской традиции) были инвертированы: мужчины были наделены женскими признаками; айны были не высокими, а маленького роста; местоположения гор и моря (оппозиция верх — низ) были обратными по сравнению с позднейшим временем.

Функция объединения противоположностей сохраняется и в символической роли божественных близнецов, которые в дуалистических мифах обычно тесно связаны друг с другом.

Для исторического исследования основной проблемой явля-

ется социальная интерпретация схем описания символических систем классификации в терминах двоичных 'признаков. При этом, как и в современной лингвистике и других формализуемых научных дисциплинах, целесообразным представляется четкое разделение построения структур и их последующей интерпретации, в частности осуществляемой путем соотнесения с социальной организацией.

Для обществ с системой «предписывающих» (обязательных) брачных правил символическая классификация оказывается непосредственно соотнесенной с социальной организацией, определяемой в обществах этого типа прежде всего через брачные предписания. При описании таких обществ реальной является задача описания единой «целостной» системы, включающей и символическую классификацию, и социальную структуру.

В качестве наиболее яркого примера можно привести австралийские системы, где отчетливо видна дуальная организация общества, соотнесенная с двоичной символической классификацией. Например, главнейшая черта в социальной организации аранта, как и большинства австралийских племен, состоит в делении на две экзогамные половины. Эти группы связаны с системой двоичных классификационных признаков таким образом, что каждый из противоположных признаков соотнесен с одной из экзогамных половин племени:

Система аранта
Маленький — большой
Нижний — верхний
Западный — восточный
Южный — северный
Вода — земля
Волнистые волосы — прямые волосы
«Дающие жен» — «берущие жен».

Наличие двоичной символической классификации и двух вождей (позднее царей), соотнесенных с двумя экзогамными половинами племени, является характерным признаком развития дуальной организации. Другими ее признаками является взаимное ритуальное обслуживание (в частности, при похоронах), ритуальное соперничество, состязания, игры и вражда экзогамных половин. Дуальную организацию характеризуют также взаимные дарения одной экзогамной половины другой. Такие дарения включают жен, материальные дары и услуги. Каждая из дуальных половин племени соотнесена с одним из рядов двоичной классификации, с одним из двух мифологических героев или богов (чаще всего близнецов) [94].

Однако по мере упрочнения централизованной системы управления, надстраивающейся над древней дуальной органи-

задней, могут возникать такие парадоксальные ситуации, когда реально единый царь объединяет в себе две царских должности, соотнесенные с двумя дуальными половинами. Такую ситуацию удастся реконструировать для древнего Египта.

Следы древнейших двоичных соотношений в Египте были выявлены А. М. Золотаревым [94] и позднее независимо от него Ф. Фрэнкфортом [100], по словам которого «эта необыкновенная концепция выражала в политической форме глубоко укоренившуюся тенденцию египтян понимать мир дуалистическим образом в виде целого ряда парных противоположностей, сбалансированных в неизменяющемся равновесии. Вселенная в целом представлялась как «небо и земля». В этой концепции «земля», в свою очередь, понималась дуалистически [ср. 101, с. 72—74], как *север* и *юг*, как *части Гора* и *части Сета*, как *две земли* или *два берега* (Нила). Следует особенно подчеркнуть здесь наличие многократно применяемой (итеративной) дихотомии. В этой бинарной модели мира, сходной с описанными выше для более архаических коллективов, «порядок» (Ma'at) понимался как равновесие, т.е. как результат нейтрализации всех основных космических бинарных оппозиций.

Как и в других подобных бинарных системах, противопоставление левой и правой стороны связывалось в древнем Египте соответственно с благоприятным и неблагоприятным решением, в частности судебным. Как показал Фрэнкфорт, косвенный след двойного царствования можно видеть не только в двоичной титулатуре фараона — властителя Верхнего и Нижнего Египта, но и в представлении о Ка — двойнике фараона. Ка можно рассматривать как такую фиктивную величину, которая была необходима при последовательном проведении древнеегипетской идеи двойственности всех частей мира и государства. Основываясь на некоторых изображениях, встречающихся в египетском искусстве, Фрэнкфорт предположил, что с представлением о двойнике — мертвом близнице (Ка) фараона была связана ритуальная роль его плаценты.

Эту гипотезу можно подтвердить сравнением с аналогичными представлениями в позднейших африканских царствах. У баганда существовала особая ритуальная должность жреца, хранившего пуповину царя, которую называли его близнецом. Этому «Близнецу» посвящался особый храм. Раз в месяц в новолуние жрец приносил пуповину («Близнеца») к царю, который ее осматривал, вынимая ее из одежды из древесной коры, в которую она была завернута. Потом он возвращал ее жрецу. Сходные обычаи почитания пуповины или последа как близнеца ребенка известны и у многих других народов Африки (а также и Азии).

Близнецы — наиболее простая и удобная форма воплощения такого представления о мире, которое основано на равновесии парных противоположностей. Если близнецов нет, их можно заменить фиктивными близнецами, как это делали в Египте и в других странах Африки.

Следует заметить, что именно в Африке у догонов идея двоичной природы всего сущего доходит до столь крайнего своего воплощения, что догонам близнецные рождения представлялись единственно нормальными, а близнецные божества — основными. Широко понимаемая догонами идея близечности или двойственности всего сущего (включая двоичную структуру мироздания, природы, власти и общества) по существу уже достаточно близка к такой преднауке, как учение пифагорейцев.

ДВОИЧНЫЕ КОДЫ КУЛЬТУРЫ

Если следы старых двоичных различий можно видеть не только в структуре племен с дуальной организацией, но и в древних системах социальных рангов и в двойственности царских должностей, то для истории культуры и науки тем больший интерес может представить сохранение почти в «чистом виде» этих же различий и в учениях, предшествующих ранней науке. Из самых ярких примеров стоит привести учение пифагорейцев, у которых все строилось на таких противоположностях, как «нечетное» — «четное», соотнесенных (совсем как в древних мифологиях) с такими двоичными парами, как «мужское» — «женское». Поэтому, по словам известного математика Ван дер Вардена, «для пифагорейцев четное и нечетное являются не только основными понятиями арифметики, но и действительно заключающими основные начала всех вещей природы» [74, с. 153].

Но если по отношению к Пифагору мифологические корни такого представления о чете — нечете так же несомненны, как и применительно к учениям Древнего Китая, то при появлении аналогичных идей у мыслителей и ученых нового времени нельзя все сводить только к продолжению традиции.

Постоянно следует учитывать возможность построения новых двоичных систем, не переданных по традиции, а созданных по архетипическим нормам, опирающимся и на направленное социальное воспитание праворукости, и на биологические и физические проявления асимметрии и парности, способствующие разворачиванию двоичной системы противопоставлений.

На основании данных по детской психологии можно думать, что в определенный период ребенок делит образ взрослого

(в частности, своей матери) на два образа — хороший и плохой. Такое же двоичное деление (на свое и чужое, хорошую и плохую сказочную страну, как Швамбрания и ее соперница) наблюдается и в детских играх.

Четырехлетний Джони А. из Александрии (Египет) жил в двух воображаемых странах — Тана-Газ и Тана-Пе. Тана-Газ выше и лучше, чем Тана-Пе. Спокойное море, в котором Джони может купаться, находится в Тана-Газ; бурное море, в котором нельзя купаться, находится в Тана-Пе. Мать Джони живет в Тана-Газ, отец — в Тана-Пе.

Анализируя этот случай, Леви-Стросс подчеркивает важность того, что семилетний Джони уже стыдится этой системы, столь близкой к дуально-экзогамной, и делает вид, что не помнит о ней: «Джони растет в группе, которая не использует двухполюсных структур для того, чтобы выражать явление соперничества и взаимности... Модель, предложенная детским воображением, не могла в ней получить ценности орудия» [102, с. 236]. Если верно предположение о том, что выстраивание взаимоисключающих образов матери в определенной перспективе составляет содержание дальнейшего развития, то — в согласии с мыслями о шизофрении Выготского — в этой болезни можно было бы видеть возврат к архаичному комплексу (конгломерату) образов, не образующих системы, приспособленной к данной социальной действительности. Этим объяснялось бы шизофреническое раздвоение и амбивалентность. По словам Алоизы — больной шизофренией, занимавшейся живописью, «красный цвет хорош для женщин, больных шизофренией», «черный цвет вызывает ужас и годится только для мужчин». Индивидуальные системы бинарных оппозиций типа приводившихся выше коллективных архаических с теми же символами (цветовыми, пространственными и т. п.) возникают и в гораздо более поздние эпохи, вероятно, как под действием традиционных суеверий, сохраняющихся в качестве бессознательных пережитков древних знаков, так и в силу действия указанных психологических тенденций, возможно, архетипических.

В качестве особенно яркого примера можно привести систему Роберта Фладда (1577—1637). В его книге [103] излагалась система противопоставлений по парам оппозиций:

Система Роберта Фладда

Левый глаз — правый глаз	Неподвижность — движение
Мать — отец	Сжатие — расширение
Луна — Солнце	Сгущение — разжижение
Тьма — свет	Слизь — кровь
Тепло — холод	Матка — сердце

Хотя на построение этой системы Фладдом могли оказать влияние характерные для алхимии того времени противопоставления типа золото — ртуть, в ней (в особенности на основании первых четырех соотношений) можно видеть отражение и тех примет и суеверий, которые могли непосредственно восходить к более древним двоичным традициям, сохранившимся лишь пережиточно. Гипотеза о воздействии на Фладда ранних древнегреческих учений представляется маловероятной ввиду отсутствия явных свидетельств прямой связи между его системой и такими, как пифагорейская.

Те же или сходные двоичные признаки, сгруппированные в системе архаического типа, и позднее могут выступать для выражения новых социальных различий. В известной статье Нормана Мейлера деление между бунтарями современного американского общества (hip) и противоположной им категорией благополучных и благопристойных (square — буквально, «четырёхугольных»), выражено в виде системы противоположностей [104, с. 17] не только по принципу построения, но и по конкретным проявлениям прямо совпадающей с приводимыми выше:

Система Нормана Мейлера

Негр — белый

Ночь — день

Кривая — прямая

Убийство — самоубийство

Марихуана — алкоголь

Хип (hip)—скуза (square)

Предпоследнее противопоставление и ему предшествующее в особенности показательно. Объективный исследователь-этнолог на основании подобных данных мог бы вывести заключение о тотемической или символической классификационной функции марихуаны и алкоголя и о наличии двух видов смертей, как в первобытных и древних традициях. Подобные современные факты не <просто курьез; они важны для проверки гипотез в случае таких обществ, сведения о которых ограничиваются немногими древними текстами или сообщением одного этнографа.

Двоичные модели мира, в которых каждое явление относится к одному из двух эмоционально окрашенных полюсов, в последнее время противопоставляются современному научному подходу, исключаящему дуализм архаических мифологий. С построением таких «манихейских» упрощенных схем полемизировал создатель кибернетики Винер, писавший, что в отличие от ученых «для манихейцев белое и черное — это про-

тивоположные формы, выведенные на линию огня друг против друга» [105, с. 193].

Положение таких классификационных рядов двоичных противопоставлений в истории культуры, где они на определенном этапе никак уже не соотносятся с теми простыми дуально-экзогамными делениями, с которыми они долгое время связывались, является двойственным

Самый принцип двоичности остается в силе вплоть до науки нашей времени, но наука постоянно возражает против эмоционального восприятия двоичных оппозиций. В конечном счете принцип двоичности лежит в основе всех известных ранних философских и логических систем, но в них достаточно рано осуществляется отвлечение от конкретного эмоционально воздействующего наполнения парных противоположностей и формулируется абстрактная идея полярной оппозиции (например, в индийской логике у Дигнаги и Дхармакирти).

АСИММЕТРИЯ В ЗНАКОВЫХ СИСТЕМАХ

В ранних философских учениях, например древнекитайской теории противоположных мировых начал *ян* и *инь*, еще отчетливо видны мифопоэтические истоки этих построений, хотя и очевидно нравственно-философское их переосмысление в таких утверждениях, как: «Солнце ведает (началом) *ян*; луна ведает (началом) *инь*... *Ян* — это нравственность, *инь* — это наказание» [106, т. 2, с. 47]. Едва ли не наиболее интересное развитие теория двух противоположных начал *ян* и *инь* получила в своих конкретных приложениях к явлениям языка и искусства. Не только в Китае, но и в Японии теория т/в/х противоположностей, в частности, выражаемых в противопоставлении чета и нечета, была использована позднее в эстетических сочинениях, в которых можно видеть непосредственное предвосхищение структурного описания произведений искусства в терминах двоичных противопоставлений, достаточно распространенного в наше время.

Неслучайно С. М. Эйзенштейн непосредственно использовал принцип эстетического описания в терминах *инь* и *ян* в своих сочинениях (подобно тому, как другой теоретик искусства той же времени Иттен заимствовал сходный принцип из древнеиранской традиции). В частности, в статье «Э. О чистоте киноязыка» [107] в терминах нескольких основных двоичных противоположностей, таких, как чет — нечет, Эйзенштейн разбирает кадры из эпизода с яликами, плывущими к кораблю, в своем фильме «Броненосец Потемкин».

В замечательном этюде «Чет и нечет» [108] Эйзенштейн сходные принципы, почерпнутые им отчасти из арсенала старой

китайской и японской эстетики, применяет к исследованию триптиха японского художника Утамаро, а затем переносит этот же метод на исследование «Троицы» Рублева (рис. 34). Он полагает, «что необычайное усиление пластической лирики» тихого перезвона, которым проникнут образ «живоначаль-

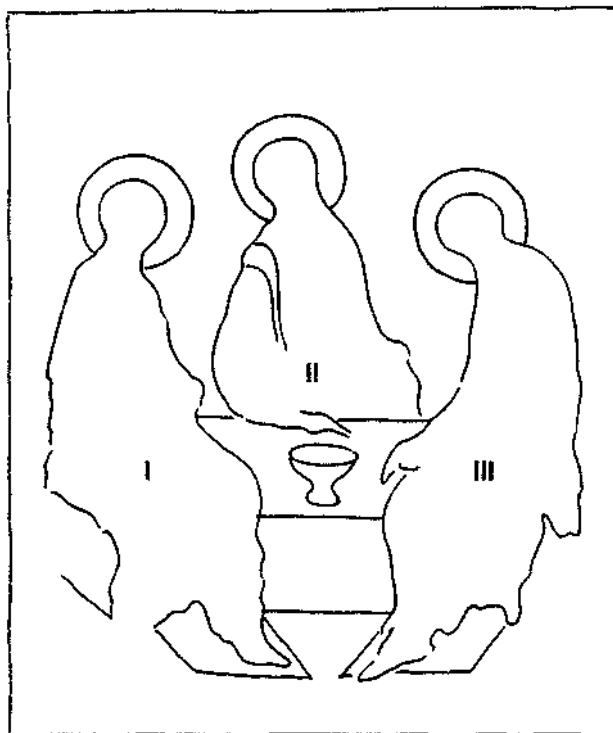


Рис 34 Схема «Троицы» Рублева (по Эйзенштейну)

ной Троицы» Рублева (1408 г.) во многом зависит от того, что и здесь в фигурах трех ангелов применен тот же принцип сочетания четных элементов с нечетными.

Тут совершенно также *одинаковые* по поведению элементы размещены по разным *группам* и тем *гармонически их объединяют*, а разные элементы оживляют внутреннюю жизнь одинаковых групп.

Три фигуры ангелов распадаются на: *одну* (числом нечетную) в *четном месте* ряда, и две — т. е. *четные числом*, размещенные в нечетных полях (I и III).

Принадлежащие к *одной* группе (*нечетных*) — два ангела зеркально... *противоположны друг другу по положению* тела и меха. В то же время сами элементы их (меха и тело) повернуты в *одну и ту же* сторону.

Связь с центральной фигурой группы строится на том, что, принадлежа к *разным* группам по числовой принадлежности, I и II *противоположны* по положению ликов, но одинаковы по повороту фигур, а II и III, одинаковые по положению ликов, *противоположны* по положению фигур.

Это дает неустойчивое противостояние одного (*нечетного*) — двум (*четному*):

два тела слева своим поворотом противостоят одному справа (I, II-III),

два лица справа своим положением противостоят одному слева (I, II — III),

и (I, II — III) противостоит (I — II, III).

Нечетное число фигур (одна) в четном поле (вторая по счету) темная, а противопоставленное ей четное количество (два) в нечетных полях (I и III) противостоят ей и по цвету — они **светлые**.

В приведенном замечательном образце предельно простого и убедительного эстетического разбора гениального произведения Рублева особое внимание привлекает анализ соотношения левых и правых частей композиции. Эта же проблема занимала и многих других искусствоведов [109, с. 45], а также математиков [99, с. 54].

Вывод, к которому пришел один из крупнейших искусствоведов XX века Вёльфлин, состоит в глубоких корнях неодинаковости восприятия правого и левого в искусстве. В последнее время этот вывод искусствоведов получает подтверждение в исследованиях по функциональной асимметрии мозга [110]. С этой асимметрией связаны склонности к преимущественному движению глаз в правую сторону (у правшей с доминантным левым полушарием) [24, 32] и соответственно выделение правого зрительного поля.

Над этой проблемой задумываются не только искусствоведы, но и крупнейшие люди искусства. Герой одного из последних романов Набокова «Полюбуйся на скоморохов!» болен психическим расстройством, которое делает для него левую и правую стороны необратимыми (абсолютными, а не относительными) понятиями. В его восприятии пространству присущи левая и правая стороны, которые не могут поменяться местами.

Эта проблема представляет собой по существу часть гораздо более общего вопроса. Предстоит выяснить, в какой степени асимметричное строение знаковых систем человека

обусловлено асимметрией функций мозга. Положительный ответ на этот вопрос можно дать не только по отношению к асимметрическому восприятию пространства, но и применительно к таким соотношениям, как противопоставление высокого и низкого тона. Это последнее, с одной стороны, связано с различием функций полушарий головного мозга, с другой стороны, играет существенную роль в системах таких двоичных оппозиций, как древнекитайская и некоторые африканские.

Но поставленный вопрос имеет и значительно более общий характер. Основной особенностью всех тех ранних систем двоичных противопоставлений, к которым имеют тенденцию возвращаться и системы более поздние, является четкое различие по эмоциональной окраске: положительности — отрицательности. Но последние исследования в области функциональной асимметрии полушарий ведут к выводу, согласно которому выключение (инактивация) «доминантного» полушария приводит к резко выраженным отрицательным эмоциям, и обратно: выключение правого полушария ведет к положительным эмоциям [25]. Поэтому можно представить себе, что двухполюсная система оппозиций, окрашенных эмоционально, «встроена» в самую организацию головного мозга.

Последний и наиболее сложный вопрос, возникающий при рассмотрении асимметрии знаковых систем человека в свете асимметрии полушарий, связан со структурой научных представлений о мире. Такие преднаучные концепции, как пифагорейская, относительно легко связываются с той именно основной структурой знаковых систем, которая бесспорно обусловлена асимметрией мозга. Но вместе с тем авторы новейших работ по общей теории симметрии оправданно видят в пифагорейских учениях много черт, созвучных и современной науке [111, с. 13—22].

В гораздо более общем плане взаимосвязь асимметрии мозга (и обусловленной ею асимметрии языка и других систем знаков) можно было бы видеть в духе принципа Кюри, предполагающего, что «асимметрия творит явления». Кажутся небезынтересными те сходства, которые можно выяснить при сравнении проблем современной биологии, вслед за Пастером ищущей фундаментальные отличия живой природы в асимметрии молекул, физики микромира, все больше сосредоточивающей внимание на проблеме симметрии [1, 112, 113], и наук о человеке, ищущих связь асимметрии мозга с асимметрией систем знаков.

Некоторые современные ученые. идут достаточно далеко по пути таких сопоставлений. Одни из них полагают, что выделение левого полушария, как и вообще значимость левой стороны

организма у позвоночных, в конечном счете можно связать с асимметрией живого вещества на молекулярном уровне [24, с. 182] Другие сравнивают новейшие открытия в области асимметрии мозга с выводами физики микромира, установившей наличие комбинированной четности [32, с. 190—197].

Одним из предшественников современной науки и здесь (как и во многих других областях знания) оказывается Гете. Гете пришел к мысли о «первоначальной полярности» всех явлений природы в конце XVIII — начале XIX в. под влиянием естественнонаучных открытий в области электричества и магнетизма. Он видел в двух полюсах магнита «первичный феномен», т. е. модель всех других подобных противоположностей (в том числе, в теории цвета и теории звука, которыми он специально занимался). По мнению Гете, Аристотель, зная роль противоположностей для научного исследования, тем не менее не был знаком с явлением раздвоения единства. А именно такое разделение единицы на двойственность Гете считал важнейшим для понимания полярности в науке нового времени [2, с. 40, 139, 142, 145, 146, 272]. Из слов Гете, поставленных эпиграфом к первой главе этой книги, видно, как он подходил вплотную и к распространению этого принципа на психику человека в ее соотношении с правой и левой половинами тела (а следовательно, и мозга).

Мысль, по которой морфология (т. е. общая структура) мозга сказывается в морфологии знаковых систем, близка к расширенному пониманию морфологии и у самого Гете, и у его последователей в науке новейшего времени. Современные морфологические модели не только в биологии, но и в науках о человеке [42] могут считаться непосредственным развитием основных идей Гете. Это же можно сказать и о бинарном («полярном», как сказал бы Гете) подходе к строению мозга и знаковых систем. Спор о «плане» (или «типе» по Гете) строения организмов во французской Академии между Сент-Илером (поборником морфологии Гете) и Кювье, который Гете считал важнейшим событием 1830 г. [2, с. 307—309, 483, 484], остается острым и для современной науки о морфогенезе [42, с. 17]. Многие идеи морфологии Гете только сейчас начинают обретать научную реальность.

Кажется возможным видеть конкретизацию мысли Гете о «раздвоении» в роли понятия двойственности в современной математике. Но связь этих проблем (как и принципа дополненности Бора в широком его понимании) с рассматриваемыми в настоящей книге требует еще специального обоснования.

ДИАЛОГ

Отдельный человек, как нечто обособленное, не заключает человеческой сущности в себе ни как в существе моральном, ни как в мыслящем. Человеческая сущность налицо только в общении, в единстве человека с человеком, в единстве, опирающемся лишь на реальность различия между Я и Ты. Истинная диалектика не есть монолог одинокого мыслителя с самим собой, это диалог между Я и Ты.

Л. Фейербах. Основные положения философии будущего

РАЗГОВОР С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ

С точки зрения кибернетики можно в очень широком смысле объединить процессы обмена информацией между двумя полушариями мозга, двумя вычислительными машинами в составе двухмашинного комплекса и между разными людьми (в частности, во время разговора на обычном — естественном языке). Особый (и чрезвычайно важный для структурной антропологии) аспект обмена информацией в обществе представляет случай взаимодействия двух дуальных половин, из которых складываются архаичные социальные структуры (см. гл. 2) (рис. 35).

Важным открытием структурной антропологии явился вывод Леви-Стросса, по которому в этом последнем случае обмен может совершаться посредством заключения браков. В этом смысле функцию заключения браков можно сравнить с другими видами обменов (в частности, репликами во время разговора) между двумя социальными группами. Недаром для жизни архаических обществ характерен обрядовый обмен репликами (или шутовская перебранка) между теми двумя дуальными половинами, которые связываются между собой и брачными отношениями.

В этом последнем случае речь идет о диалоге между социальными группами, каждая из которых понимается как единое

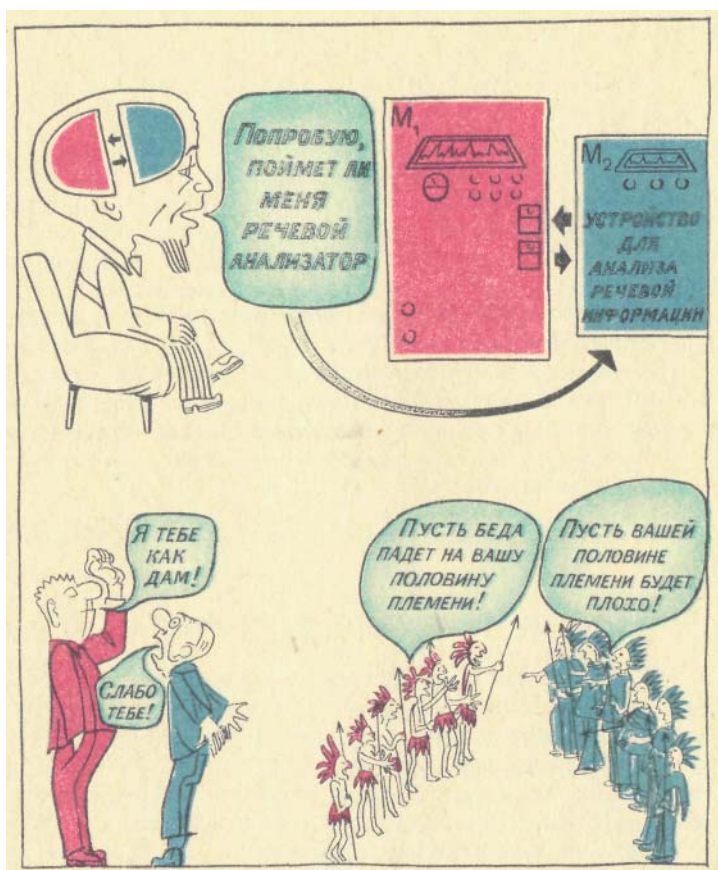


Рис. 35 Типы обмена информацией в двухкомпонентном кибернетическом коллективе

целое. Моделирование таких структур на вычислительных машинах представляет одну из быстро развивающихся областей приложений кибернетики к гуманитарным наукам. В частности, в соответствии с моделями, построенными Леви-Строссом, на вычислительных машинах было сосчитано астрономическое число типов браков, возможных при переходе от дуальной системы браков (типа австралийских) к более сложным (типа омаха-кроу, принятой, например, у ирокезов и в древнем Риме). Обмен информацией постепенно усложнялся.

Передача информации от человека к вычислительной машине и обратно и от одной вычислительной машины к другой

приводит к тому, что люди и машины образуют одну единую систему общения. В этом смысле можно говорить о сообществе, состоящем из людей и вычислительных машин. Общение в таком кибернетическом коллективе на первых этапах осуществлялось почти исключительно посредством искусственных языков, на которых писались программы для машин. Но языки программирования постепенно сближаются с обычными человеческими языками — естественными. Для того, чтобы сделать языки программирования более удобными для людей, в последние годы из них исключают некоторые особенности, отличавшие их прежде от естественного языка.

Вместе с тем все чаще обычный естественный язык применяется как основное средство общения человека с машиной. На первых порах, лет двадцать назад, в машину вводили команду и вопросы, которые могли состоять только из упрощенных фраз на естественном языке. Такие упрощенные фразы можно применять, если к машине обращаться на устном языке. Упрощение здесь нужно из-за особых трудностей, возникающих при распознавании машиной устной речи. Что же касается письменного языка, уже существуют такие программы, которые достаточно хорошо разбирают грамматическое строение предложений и определяют по словарю смысл слова. Но машину хотят научить даже и тому, как в языке описывается внешний мир, т. е. тем предпосылкам, на которых основано понимание языка.

В качестве простого примера разговора электронной вычислительной машины с человеком на письменном естественном языке можно привести эксперимент, проведенный в Лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института [115]. Приказы и пояснения человека в виде фраз на естественном языке (английском) вводятся в машину, ответы которой (тоже как фразы на письменном английском языке) человек может видеть на экране. Управляемая машиной «рука» может переставлять на столе кубики и пирамиды [17]. Такая система как бы воспроизводит поведение послушного ребенка, который играет в детском саду со взрослым воспитателем. То, что машина понимает некоторые предложения на естественном языке, видно из ее поведения: она выполняет приказы, содержащиеся в этих предложениях.

Чтобы выполнить приказ, роботу нужно найти предмет по его описанию. Программа должна для этого отыскать все предметы, удовлетворяющие заданному условию («найди все большие красные кубики»). Если найдется хотя бы один такой предмет, работа программы считается успешной. Если найдено

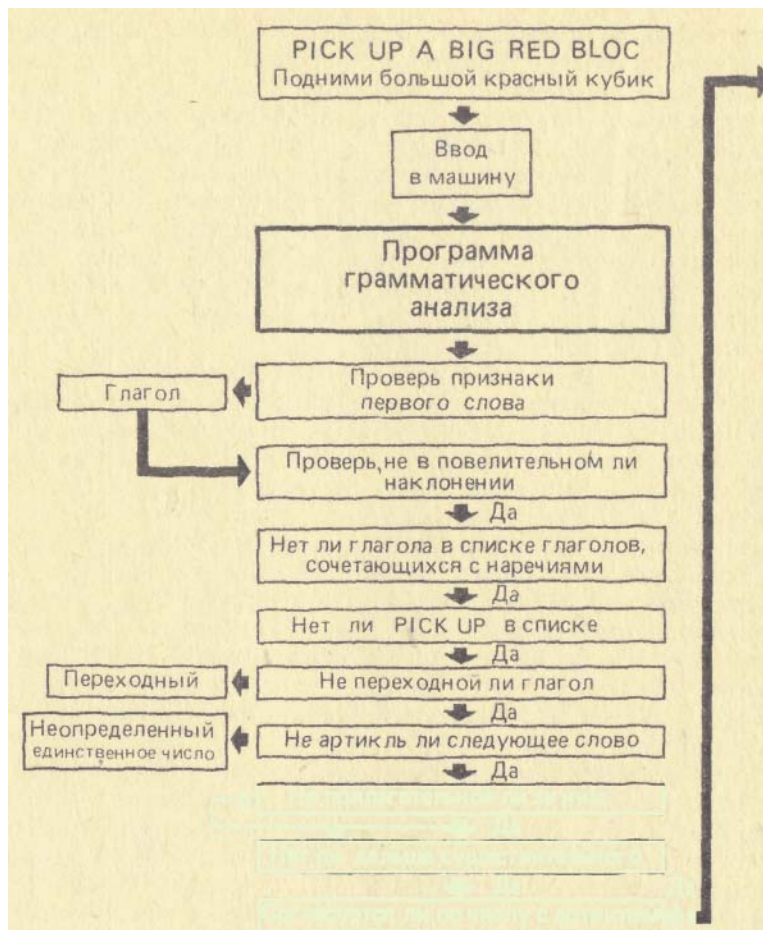
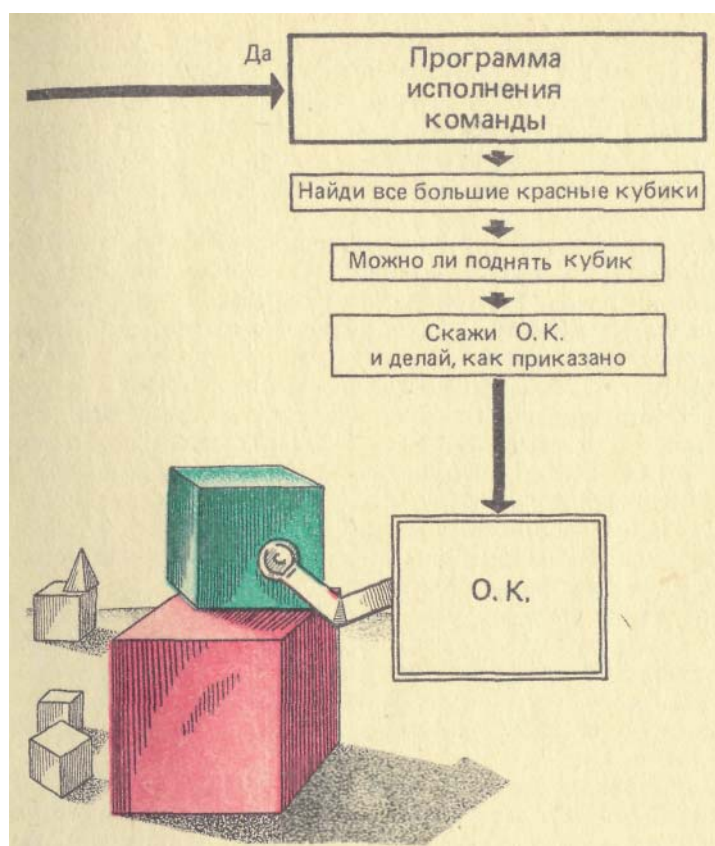


Рис 36. Разговор с роботом в Лаборатории искусственного интеллекта

несколько предметов, удовлетворяющих заданным условиям, то среди них машина выбирает такой, который удобнее для использования — например, такой кубик, на котором нет другого кубика, или же такой кубик, который находится поблизости от «руки» робота.

Программа проверяет, можно ли выполнить действие, которое команда приказывает произвести с этим предметом. Приказание «подними» означает для робота последовательность двух действий — *схватить предмет* и *поднять руку*. После проверки того, можно ли вообще поднять предмет («кубик»), о котором



идет речь в приказе, машина может уже ответить человеку «О. К.» (*0-кэй* — «хорошо»). Этот ответ система показывает на экране всякий раз, когда она начинает выполнять команду (если после разбора фразы на естественном языке у машины не возникло встречных вопросов к человеку). Для выполнения приказа роботу приходится сначала убрать зеленый кубик, расположенный на поверхности того большого красного кубика, который роботу приказано поднять (рис. 36). Автоматический анализ текста, который осуществляет робот, основан на том, что в английском языке существенная информация о типе предложения может быть получена уже из 1-го его слова — в данном случае глагола, а также из наличия приглагольного наречия и неопределенного артикля.

Робот, участвующий в этой игре, умеет отвечать на такие вопросы человека, как, например, *Есть ли в ящике кубик?*

При этом отвечая (как это и бывает в обычном разговоре между людьми), робот не ограничивается утверждением Да, но тут же продолжает: *Да, красный кубик*, как если бы его спросили: *Какой кубик в ящике?* Робот воспроизводит такие особенности разговорной человеческой речи потому, что в программу введены правила понимания самих предпосылок этой речи.

Программы этого типа, использующие устную речь, в США разрабатываются в настоящее время для машин, не просто играющих, как ребенок, в кубики, а решающих «взрослые» задачи. В Калифорнийском университете совместно со Стенфордским исследовательским институтом построены части робота «Язон», который предназначается для уборки цехов предприятий. Робот распознает около 200 слов английского устного языка (скорость распознавания каждого слова примерно 2 секунды) и сам может воспроизводить с помощью особого электроакустического устройства 20 слов упрощенного английского языка. Малая величина словаря, определяющая и необходимость упрощения языка, объясняется специфическими трудностями анализа и синтеза устной речи.

Каждая из таких систем общения человека с машиной решает две связанные друг с другом задачи: машина должна понимать вводимые в нее фразы естественного языка и уметь после этого на своем машинном языке совершать такие логические операции, которые позволят ей дать осмысленный ответ.

В Стенфордском исследовательском институте разработан робот для обучения учащихся в профессиональных училищах процессам сборки. Робот распознает вопросы учащегося на упрощенном (стандартизованном) устном английском языке и отвечает на них — либо синтезируя некоторые английские; слова (*О. К.* — хорошо, *How* — как?), либо направляя луч лазера на ту или иную деталь. Иначе говоря, как и в обычном общении между людьми, робот может отвечать на слова действиями.

Особенно существенным представляется то, что машина отвечает человеку иногда словами, иногда иными — оптически — способами.

Конкуренция между **зрительными и звуковыми средствами** передачи **информации** характерна для современного общества в целом (включая и кибернетическую систему человек — машина). Если начало победы звукового языка (и увеличение роли левого полушария) можно связать с тем временем, когда предок человека начал изготавливать орудия правой рукой (при поддержке левой), то кризис в средствах общения приходится на

тот период, когда эта функция постепенно переходит к автоматическим манипуляторам.

Основополагающая роль двоичного противопоставления «левый» — «правый» (левая рука — правая рука) в древних иероглифических символах верхнего палеолита и в продолжающих ту же традицию последующих бинарных кодах культуры заставляет с вниманием отнестись к мысли Леруа-Гурана о том, что изменение функций руки в современном обществе может привести и к серьезным последствиям в искусстве. Такие, казалось бы, разнородные явления, как автоматизация производства и нефигуративное (абстрактное) искусство (по своей сути иероглифическое, а не языковое) могут оказаться связанными между собою [116, с. 31].

Не исключено, что крупницы истины содержатся и в многочисленных призывах обратить внимание на увеличивающуюся роль зрительных средств в современном мире. При этом следует подчеркнуть, что речь идет прежде всего о таких средствах передачи оптической информации (как телевидение и современное кино, все больше сближающееся с документальным), которые ориентированы на конкретное восприятие реальности сегодняшнего дня. Это — средства, прямо обращенные к правому полушарию мозга.

Возникает вопрос: не окажется ли не один только описанный выше мальчик, смотревший из манежа на телевизор, в по"тении человека, который вынужден снова сменить звуковой язык на зрительный, как десятки тысяч лет до этого зрительный язык сменился звуковым? Человечество точно так же не может остановить развития зрительных средств передачи информации, как невозможно остановить ход научного познания. Но и в том и в другом случае полезно планировать заранее последствия намечающегося развития.

Постепенный сдвиг в сторону зрительных средств передачи информации начинает сказываться и в кибернетическом коллективе, состоящем из людей и вычислительных машин. Двухмашинные комплексы, одна из двух частей которых ориентирована на оптический вывод информации (на экране дисплея), представляют собой как бы переставленные частями две половины человеческого комплекса полушарий. Специализированное устройство для вывода информации у вычислительной системы в этом случае является оптическим, а не акустическим, как в норме у человека, а часть вычислительной системы, совершающая основные операции со значениями, представляет собой аналог логизированного левого полушария.

Взаимодействие машин с человеком, использующее такие оптические средства, как экран дисплея, создает, несомненно,

преимущества для быстрого вывода больших массивов информации, которые правое полушарие может успевать обрабатывать с гораздо большей скоростью, чем обрабатывает левое полушарие речевую информацию. Поэтому возможно, что оптимальной формой общения человека с машиной является такая беседа, при которой человек обращается к машине на естественном языке, а машина передает существенную часть информации различными зрительными кодами типа киноязыка.

Существенную опасность для человеческого мозга представляет то, что зрительные средства передачи информации могут в гораздо большей степени, чем звуковые, преодолевать защитные барьеры мозга, так как количество информации, вводимой с помощью глаз, несравненно больше той, которая передается звуковыми кодами. Недаром в научно-фантастическом романе английского астрофизика Хойла «Черное облако» мозг ученого не выдерживает всего объема сведений, которые ему посылает посредством телевизора гигантское мыслящее облако.

Биологическая теория отпечатывания (imprinting), согласно которой та часть поведения организма, которая не зависит от наследуемых программ, в большей степени определяется его первыми впечатлениями после появления на свет, согласуется с самыми общими принципами психоанализа. Согласно им программы поведения взрослого человека в существенной мере предопределены ранними травмами, которые он получает в доречевой период.

Малореальным, однако, представляется допущение, по которому эти травмы можно выявить при разговоре во время психоаналитического сеанса. Для этого надо было бы предположить, что программы, построенные в доречевой период, после усвоения языка переписываются на естественном языке. Значительно более реальным было бы предположение, по которому они хранятся в неречевом полушарии в форме, отличной от словесной. С такой точкой зрения согласуется иероглифический характер символов подсознания, предполагаемый в психоанализе, и исключительная трудность сознательных воспоминаний о доречевом периоде (сохранились только свидетельства отдельных людей, помнивших свое младенчество, как Андрей Белый). На подсознание могут влиять зрительные образы.

Возможную опасность воздействия зрительных и других не-словесных средств общения на подсознание можно пояснить таким примером. Химические средства сигнализации имеют огромное значение на низших этапах эволюции (у беспозвоночных). В человеческом же обществе (как и у высших обезьян) они почти не играют роли при сознательном общении. Но они

остаются существенными для менее осознанных и бессознательных ситуаций общения и способов стимуляции.

Известны целые типы человеческих культур (в частности, в древней Америке до Колумба), подвергшихся опасности вследствие распространения химической стимуляции (вследствие использования грибов, вызывающих зрительные галлюцинации). В таких культурах искусственная химическая стимуляция низших отделов мозга рассматривалась как особая форма общения с божеством. Иначе говоря, наркомания была важнейшей составной частью духовной культуры (отчасти сходная ситуация предположена в мрачной утопии «Славного нового мира» Олдосом Хаксли). По-видимому, этот исторический опыт полезен как свидетельство того, что некоторые типы сигнализации и стимуляции, в особенности химические, должны быть исключены из человеческой культуры.

В более общем виде можно было бы предположить необходимость социальной гигиены средств общения, в том числе и тех средств, которые можно использовать в пределах системы человек — машина.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ЯЗЫКИ

Сравнение естественного языка с искусственными (в частности, с языками математической логики) важно не только для решения таких практических задач кибернетики, как перевод с «внешнего» (естественного) языка на «внутренний» (машинный). Сравнение этих языков проливает свет и на историческое соотношение между ними [80, с. 59].

Сравнение искусственных языков математики (в частности, математической логики) с разными типами естественных языков позволяет в какой-то степени проникнуть в историю этих форм выражения. Специалисты в области математической логики уже несколько десятилетий назад обратили внимание на далеко идущее сходство естественного языка с одним из логических языков — исчислением предикатов. В этом логическом языке предметы отделяются от свойств (предикатов), которые этим предметам приписываются. Предикаты обозначаются знаками функций с пустыми местами, в которые могут быть подставлены обозначения предметов (индивидов). Если знаком P обозначается предикат *быть простым числом*, то выражение $P(3)$ означает *3 является простым, числом*.

Пустые места при предикатах могут быть заполнены переменными: $P(x)$ означает *x является простым числом*. В языке исчисления предикатов индивиды и переменные соответствуют в известной мере существительным, а предикаты — глаголам

естественных языков. Вместе с тем в исчислении предикатов есть и такие элементы, которые в определенном смысле сходны с русскими местоимениями «весь», «всякий», «каждый» ($\square$ — квантор общности) и «некоторый» ($\square$ — квантор существования); $\square x$ означает *для всех x* , $\square x$ означает *для некоторого x* (или *существует такое x , что...*).

Кванторы (и вообще операторы — «грамматические» служебные элементы логического языка, частным случаем которых являются кванторы) употребляются всегда при некоторых переменных, подобно тому, как артикли всегда сочетаются с существительным в таких языках, как английский, немецкий, французский. Кванторы общности и существования и по значению сходны с неопределенным артиклем в этих языках (определенному артиклю соответствует логический оператор дескрипции ι).

Переменные, относящиеся к кванторам общности или существования, называются связанными переменными (в отличие от свободных). Областью действия квантора называется та часть формулы, к которой он относится; ее можно сравнить с той частью предложения в английском языке, к которой относится артикль (например, *a big red block* — большой красный кубик).

В языке исчисления предикатов есть также операторы, которые соответствуют отрицанию ($\neg$) и некоторым союзам ($\&$, отчасти сходное с *и*; $\vee$, подобное *или*; $\rightarrow$, по значению напоминающее *если..., то*) естественного языка. Все эти соответствия между русским или английским языком и исчислением предикатов, однако, непросты и неоднозначны. Сопоставление естественного языка г языками математической логики (в частности, с целью составления правил автоматического перевода с одного языка на другой) представляет поэтому достаточно сложную задачу, над которой на протяжении последних десятилетий с успехом работают математики, логики и лингвисты.

Существенные трудности, выявившиеся на первых же этапах этой работы, обусловлены некоторыми различиями языка исчисления предикатов и таких естественных языков, как русский. В языке исчисления предикатов нет элементов, которые прямо бы соответствовали определению (например, русским прилагательным, *большой*, *красный* и т. п.). Основным видом определений в таком языке, как русский, можно считать определительное предложение. Все другие определения выводятся из этих последних, *зеленый кубик* означает то же самое, что и *кубик, который является зеленым*. Робот, играющий с человеком в кубики, должен уметь понимать фразы типа *цвет кубика — зеленый*. На основании понимания таких фраз робот

может понять и фразы типа *возьми зеленый кубик*, что означает *возьми тот кубик, цвет которого — зеленый*.

Известным типам определительных предложений естественного языка соответствует логический оператор дескрипции: $(\iota x) S(x)$, что означает *тот именно x , который обладает свойством S* (дескрипция обозначается перевернутой греческой буквой ι — йотой, поэтому этот оператор называют «йота-оператором»). Область действия йота-оператора — все предложения с « x » в качестве свободной переменной. Например, $(\iota x) (Px \& \neg Qx)$ означает *тот индивидуальный объект, который обладает свойством P и не обладает свойством Q* .

Дескриптом называется объект, для которого дается дескрипция. Если существует только один объект, удовлетворяющий условию, соответствующему области действия йота-оператора, то дескрипция и ее дескрипт удовлетворяют условию единственности. Согласно толкованию дескрипций в системе Гильберта и Бернаиса, индивидуальные объекты которой — натуральные числа, дескрипции допускаются только в том случае, если они удовлетворяют условию единственности.

В естественном языке также обязательно предполагается существование и единственность объекта, описываемого в определительных предложениях того типа, который соответствует дескрипциям. Таковы предложения типа *Писатель, который написал «Юрия Милославского», жил во времена Гоголя*. Предполагается, что именно этот писатель был единственным автором «Юрия Милославского» и что факт его существования бесспорен.

В тех случаях, когда в определительных предложениях естественного языка речь идет не об индивидуализированных объектах, в передаче того же смысла на логическом языке используются переменные, связанные квантором общности ($\square$) или существования ($\exists$). Этим объясняется то, что предложение на естественном языке *Pick up a big red block* (Подними большой красный кубик) (т. е. кубик, цвет которого — красный) робот переводит в команду *Найди все большие красные кубики*. На квантор общности ($\square$) в этом предложении указывает неопределенный артикль *a*.

Если в предложении использован определенный артикль *the big red block* (Этот единственный большой красный кубик), то можно в логической передаче того же смысла использовать йота-оператор [76, с. 176, примеч. 3], но лишь тогда, когда Дескрипция удовлетворяет условию единственности. Именно по этой причине команду *pick up the big red block* (Подними этот (единственный) большой красный кубик) робот реализует сразу же в качестве операции с конкретным объектом (без

предварительного выбора предметов из некоторого множества), но лишь в том случае, если имеется только один-единственный такой объект. В противном случае робот остановится и попросит объяснить ему, какой именно предмет имеется в виду.

Сравнение естественного языка с логическими позволяет увидеть в некоторых естественных языках как бы окаменелые следы того пути, которым человек пришел к открытию математики. Еще Спиноза заметил, что если человек держит в руке сестерций и драхму (или, чтобы сделать пример более современным, доллар и франк), у него не возникнет в уме понятия «два» до тех пор, пока он не обнаружит общего признака у этих разных предметов — не поймет, что это две монеты. Многие естественные языки сохранили в названиях числительных или особых счетных слов след того времени, когда пересчитывали конкретные множества предметов. Для каждого из таких конкретных множеств было особое числительное.

Напротив, некоторые другие естественные языки в выражении идеи числа скорее приближаются к тем современным логическим теориям, в которых множества рассматриваются без какого-либо уточнения того, какие индивидуальные объекты в них входят [76, с. 405]. В таких естественных языках выражения типа *два* переводятся как количественные предикаты (*быть в количестве двух*). Понятие числа в этих языках вводится как предикат от предиката: *четыре стороны света* понимается как предикат *быть четырьмя* от предиката *быть сторонами света*, *две монеты* как предикат *быть двумя* от предиката *быть монетой*. В современной китайской фразе *чжэчжан чжоуцзы саньтяо туй* (у этого стола три ножки — буквально этот стол — три ножки) в состав предиката *саньтяо* входит числительное *сань* (три) и классификатор длинных предметов — *тяо* (буквально—ветка). Следовательно, *саньтяо* означает *быть тремя—о длинных предметах* — или является предикатом *быть в количестве трех* от предиката *быть длинным (предметом)*. Буквально вся фраза означает этот стол — его ножки (как неотъемлемая его часть) *имеются в количестве трех, будучи длинными предметами*.

По степени близости к тому или иному типу искусственного логического языка разные естественные языки существенно отличаются друг от друга. Характеристика свойств естественного языка в целом должна даваться на основании сопоставления между собой всех известных естественных языков. Нет оснований выбирать один из них (например, английский) в качестве эталона естественного языка и считать другие языки менее представительными.

В последнее время предположено сходство модели смысла

основных сочетаний глаголов с существительными (дополнениями и подлежащими) в таком европейском языке, как французский, и в формализованном языке механики Ньютона [42, 46]. Возможно, что это сходство (в духе мысли Дж. фон Неймана об историческом характере математики, являющейся таким же языком, как санскрит [80, с. 59]) следует объяснять единством происхождения. Математика Ньютона развивалась на основе языков типа европейских (сам Ньютон разговаривал по-английски, но писал на тогдашнем международном языке науки — латинском). В основе глагольных категорий некоторых языков американских индейцев лежат представления, которые, по мысли известного лингвиста Уорфа, можно было бы сравнить скорее с физической моделью Эйнштейна.

Можно думать, что многообразие картин мира, описываемых естественными языками, основано на тех же особенностях устройства человека, что и многообразие научных языков, описывающих мир. Поэтому сравнение различных естественных языков с искусственными может представить интерес для современной науки в целом. Начало такого сравнения намного предшествует возникновению кибернетики и даже современной науки о языке — лингвистики, по возрасту намного превосходящей кибернетику. Еще Декарт, которого по праву считают не только предтечей многих достижений точной мысли последних трех веков, но и предвестником лингвистики второй половины нашего века, видел в математике особый язык, вырастающий из естественного (следует помнить, что при этом имеется в виду математика нового времени, отличная от той древнейшей — образной и правополушарной, которая могла и не иметь истоков в естественном языке левого полушария).

Сходную мысль неоднократно высказывал родоначальник современной квантовой механики Нильс Бор. Он считал, «что необходимая для объективного описания однозначность определений достигается при употреблении математических символов именно благодаря тому, что таким способом избегаются ссылки на сознательный субъект, которым пронизан повседневный язык» [117, с. 96].

Глубина последней мысли Бора становится ясной благодаря лингвистическим исследованиям недавнего времени. Они подтвердили, что для всех естественных языков в отличие от всех логических, общими являются прежде всего такие грамматические категории, которые определяются отношениями между говорящим и слушающим.

ГОВОРЯЩИЙ И СЛУШАЮЩИЙ

Основной точкой отсчета в описании речевого общения на любом естественном языке является субъект речи — говорящий человек (рис. 37).

В естественном языке говорящий обозначается формами первого лица (*я*), слушающий — формами второго лица (*ты*). Слушателей может быть много, поэтому второе лицо может быть либо в единственном числе (*ты*), либо во множественном (*вы*). Говорит же чаще всего один человек, если отвлечься от случаев хорового исполнения, в современных обществах не столь частых (*мы кричим, мы поем*, где *мы* относится ко множеству говорящих). Множественное число *стола* означает «*стол... (и стол...)*»... и *стол*, но *мы* обычно означает не «*я... (и я)... и я*», а «*я и еще кто-то*» (как русское *мы с ним вдвоем*).

Во многих языках мира есть особые формы первого лица множественного числа, обозначающие говорящего вместе со слушателем: *мы* (называемое «инклюзивным» или «включающим») в смысле *я и ты вместе, мы включая и тебя тоже* (рис. 37). Такое первое лицо множественного числа, включающее (или инклюзивное), отличается от первого лица множественного числа, которое обозначает говорящего вместе с другими людьми, но не включает второго участника акта речевого общения — слушающего (множественное число «эксклюзивное» или «исключающее»).

Известен рассказ о миссионере, который неудачно пытался обратить членов *одного* африканского племени, начав со слов: *Мы все грешники, и мы все нуждаемся в обращении в веру*, но, говоря на языке этого племени, употребил вместо «включающей» формы множественного числа форму «исключающую» и поэтому слушатели его должны были понять так: *Я и мои близкие* (но не *вы* — мои слушатели), *мы грешники, и я и все мои близкие, мы* (но не *вы* — мои слушатели) *нуждаемся в обращении в веру*.

Разница между инклюзивными и эксклюзивными формами в русском языке обнаруживается в некоторых случаях в глаголе. Пожелание *Отдохнем!* является инклюзивным, оно относится одновременно и к говорящему, и к слушающему, тогда как *Отдохни!* обращено только к слушающему. Точно так же *Пойдемте!* является инклюзивным обращением (к себе самому и к группе слушающих или к одному слушающему, если к нему обращаются вежливо а *Вы*), а *Пойдите!* — форма, обращенная к слушающему (или слушающим).

Если первые два лица в естественных языках обозначают уча-

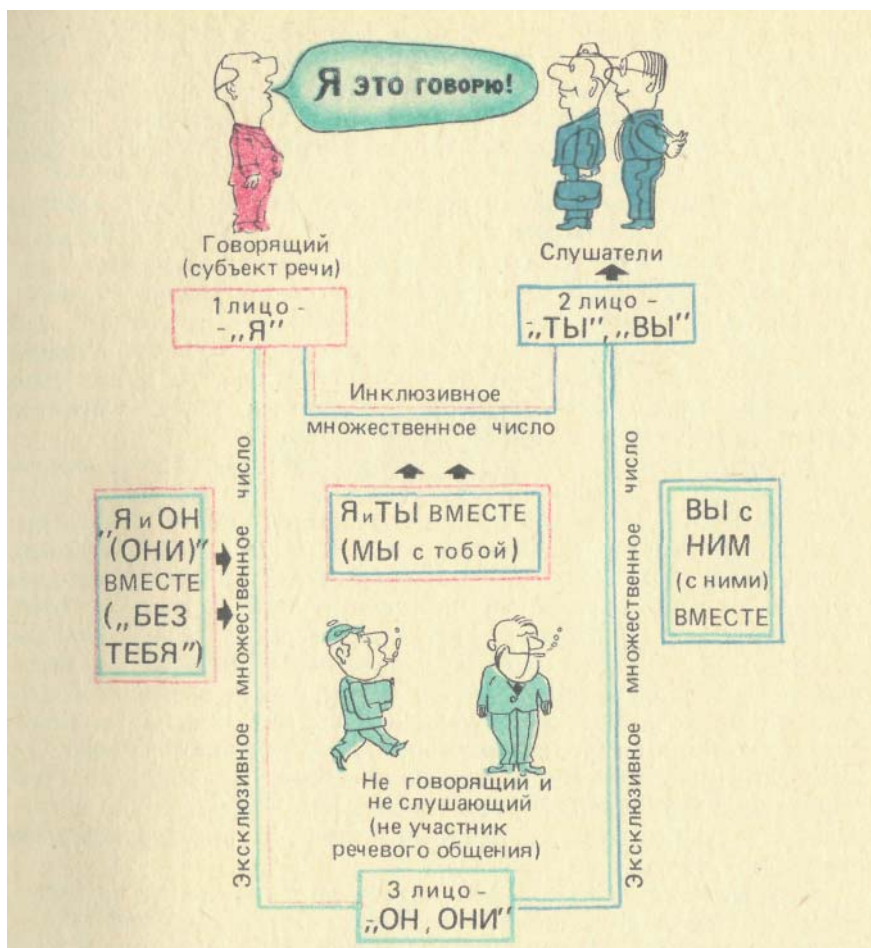


Рис. 37. Акт речевого общения и категория лица в естественном языке

стников речевого общения, то формы третьего лица (а отчасти и формы эксклюзивного множественного числа) относятся, как правило, к тому человеку или тем людям, которые не участвуют в речевом общении.

Третье лицо по своему значению определяется отрицательно: тем, что человек (или люди) *не* участвует в речевом общении, не является ни говорящим (первым лицом), ни слушающим (вторым лицом). С этим значением третьего лица согласуются и особенности его выражения во многих языках, где оно в глаголе часто обозначается отсутствием какого бы то ни было оконча-

ния в отличие от первого и второго лиц, имеющих особые окончания.

Естественные языки различаются лишь тем, как в них выражается лицо: в глаголе (как это обычно в большинстве языков мира), в личном местоимении или же в каких-либо других формах.

В русском предложении я *думаю* лицо (первое, указывающее на то, что мыслит говорящий — субъект речи, являющийся одновременно и сознающим себя субъектом мысли) выражено личным местоимением (*я*) и окончанием глагола (*думаю*). В аналогичном латинском предложении *cogito* (*я мыслю*) нет необходимости в выражении лица посредством особого личного местоимения: латинское личное местоимение *ego* (*я*) может быть добавлено только для усиления (например, чтобы передать смысл *именно я, а не кто-нибудь другой*).

В английском / *think* (*я мыслю*) лицо выражено только местоимением, что видно из противоположного ему *you think* (*ты думаешь*). Этим объясняется разница между латинским изречением Декарта *cogito ergo sum* (*я мыслю, следовательно, я существую*), где союз *ergo* связывает две глагольные формы первого лица, и английским переводом этой фразы / *think, therefore I am*, в котором при каждом сказуемом — глаголе в форме первого лица (*мыслю, существую*) ставится подлежащее — личное местоимение первого лица, как и в обычном русском переводе изречения. Отличие русского способа выражения категории лица посредством личного местоимения от латинского обозначения с помощью личного окончания отчетливо видно в русских формах прошедшего времени, где в глаголе (*я думал, ты думал, он думал*) лицо не выражается, оно передается личным местоимением.

Есть некоторые языки, где категория лица почти не выражена в глаголе, но и личные местоимения тоже употребляются в них ограниченно. Примером могут служить такие языки Восточной Азии, как китайский и литературный корейский язык. Однако именно в подобных языках наглядно видна связь этой категории с характером речевого общения. В разговоре с незнакомым человеком на литературном корейском языке (как и в литературном китайском) употребление личных местоимений считалось невежливым, они заменялись другими словами: *господин, учитель, хозяин дома* и т. п. Такое почтительное наименование слушающего составляет одну из характерных черт феодально-вежливых языков многих стран Азии определенного периода. Здесь отчетливо видна зависимость языковых форм выражения от самой социальной ситуации, преобладавшей в большинстве случаев речевого общения (рис. 38).

Перефразируя слова Бора, можно сказать, что естественный язык весь пронизан ссылками на самый акт речевого общения. Этот вывод подтверждается исследованием целого ряда других основных грамматических категорий, которые свойственны значительному числу языков мира.

Ссылками на акт речи определяются такие основные категории глагола, как время: настоящее время — это время, совпадающее с актом речи, прошедшее время ему предшествует,

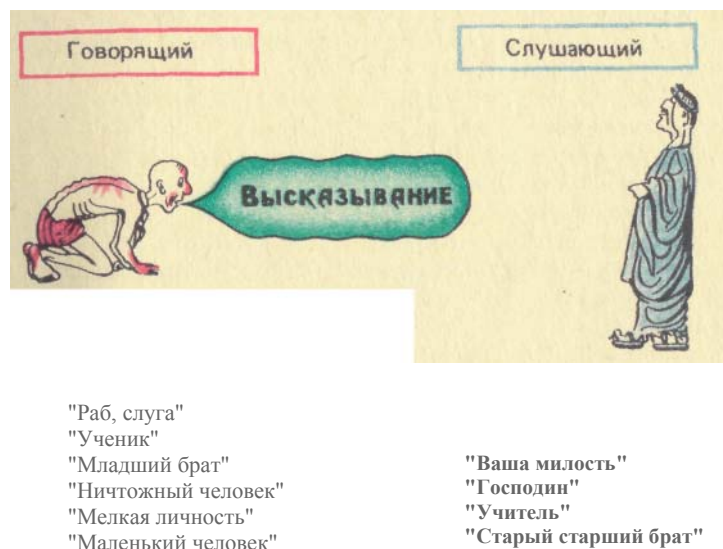


Рис. 38. Замены личных местоимений в феодально-вежливых языках

а будущее за ним следует [118, с. 129]. Место «мига говорения» между ему предшествующим прошлым и будущим, которое за ним следует, раскрыла Марина Цветаева с присущей ей поэтической силой проникновения в душу языка:

Да вот и сейчас, словарю
 Предавши бессмертную силу —
 Да разве я то говорю,
 Что знала, — пока не раскрыла
 Рта, знала еще на черте
 Губ, той — за которой осколки...
 И снова, во всей полноте,
 Знать буду — как только умолкну.

Сами глагольные времена в этих заключительных строках стихотворения «Куст» обозначают миг речи (*сейчас...говорю*—

настоящее время), предшествовавшее ему состояние (*Что знала — пока не раскрыла рта* — прошедшее время) и будущее время, наступающее сразу по окончании речи (*знать буду — как только умолкну*).

Лирическая поэзия сосредоточена на выражении личности поэта в минуту самого акта поэтической речи. Оттого поэту может быть удивительно несовпадение его *я*, каким оно предстает в момент речи, и того — другого человека, который называл себя прежде тем же словом, как в первых строфах стихотворения В. Ходасевича «Перед зеркалом», где *тот* — отражение поэта в зеркале:

Я, я, я. Что за дикое слово'
Неужели вон тот — это я?
Разве мама любила такого,
Желтосерого, полуседого
И всезнающего, как змея?

В этих стихах поэт до боли остро ощущает, что *я* принадлежит только сейчас, только моменту речи. С прошедшим временем связаны другие *я* — *мы меняем души, не тела*, по словам Гумилева.

Характерно, что, издавая давно написанное сочинение, автор нередко делает примечание, в котором оговаривается, что сейчас он уже не согласен с тем, что думал раньше.

С точки зрения естественного языка представление о *я* вне времени («существующем до временно и единолично», говоря словами Ивана Карамазова) парадоксально, *я* определяется самым моментом речи. *Сейчас* — это временная точка, которую можно определить, только сославшись на акт речи: *сейчас — это когда я говорю*. Точно так же *сегодня*, в отличие от *вчера* и *завтра*, определяется как день, в который происходит акт речи. Естественный язык описывает время, отсчитывая от момента речи, выступающего всегда как точка отсчета: этим языковое время отличается от времени физического и от времени психологического (описанием различий между которыми начинаются книги Винера по кибернетике).

Напротив, именно та теория времени, которая коренится в особенностях естественного языка, *оказала* влияние на исследования в области оснований математики. Одно из направлений этих исследований, восходящее к идеям Пуанкаре [76, с. 293], рассматривает натуральный ряд как такую последовательность, еще не наступившие члены которой могут быть построены в будущем. Здесь проявляется то, что современная математика не только выросла из естественного языка, но и до сих пор иногда сохраняет с ним неразрывную связь в осмыслении самих своих основ.

К пониманию я в его отношении к моменту речи достаточно близок и общенаучный принцип, сформулированный крупнейшим математиком XX в. Г. Вейлем: «Предположим, что существует в момент / только один индивид в некотором состоянии *C*, существенно отличном от состояний всех других индивидов, если через некоторый промежуток времени, особенно если это очень малый промежуток, в момент *t'* один и только один индивид находится в состоянии *C'*, мало отличающемся от состояния *C*, или «подобного типа» для состояния *C*, то *это* свидетельствует о справедливости предположения, что мы имеем дело с тем же самым индивидом и в момент *t*, и в момент *t'*. Вместо *t* и *t'* можно рассматривать целую последовательность моментов *t*, *t'*, *t''*... Это волна,двигающаяся на поверхности воды. Если отбросить внутреннюю уверенность в тождестве чьего-то «Я» и все связи, основанные на этой уверенности (Я тот же человек, который встречал вас тогда и сейчас), то нужно воспользоваться теми же средствами (вспомним знаменитые сцены узнавания в мировой литературе, начиная с «Одиссеи»)...)» [119, с. 315—316J.

В финале «Одиссеи» Пенелопа сперва сомневается в том, в самом ли деле перед ней ее супруг, вернувшийся из далеких странствий. Сама она так говорит своему сыну Телемаху:

когда он
Подлинно царь Одиссей, возвратившийся в дом свой,
мы способ
Оба имеем надежный друг другу открыться. Свои мы
Тайные, людям другим неизвестные, знаки имеем.
(Перевод В. А. Жуковского)

Подобным образом и в волшебных сказках героиня узнает героя по примете, одной ей известной. Следовательно, самый сюжет подобных древних произведений словесности основан в известной мере на особенностях представления времени в естественном языке.

Не только формы времени, но и формы наклонения в естественном языке ориентированы на точку зрения говорящего. Фраза *ему следовало бы давно прийти* означает, что, как полагает говорящий, кто-то третий, о ком идет речь, должен уже давно быть в том месте, где происходит разговор.

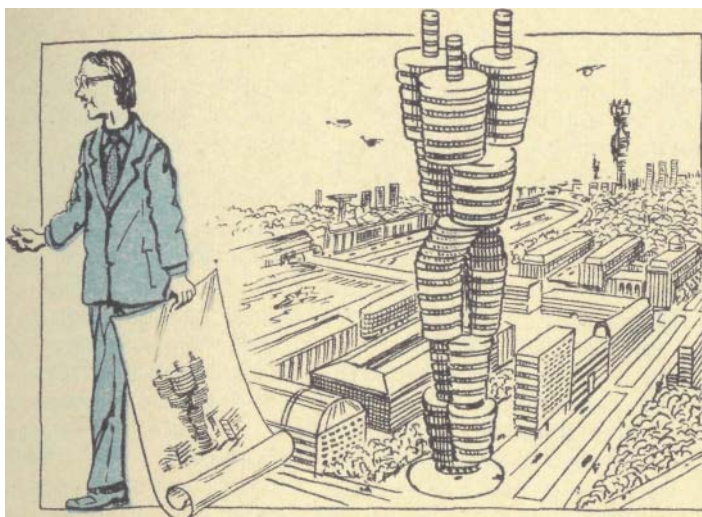
Каждое высказывание на естественном языке предполагает наличие в нем такого субъективного глагола, который может быть опущен говорящим, но должен домысливаться слушающим. Даже нейтральное предложение, казалось бы просто утверждающее объективный факт, *Сегодня холодно* при правильном его понимании слушающим (человеком или вычислительной машиной) предполагает возможность таких реплик,



Рис. 39. Время и пространство с точки зрения говорящего

как *Ты что, мерзнешь?* или *Ты смотрел на градусник?* или даже *А у тебя болит голова?* (если собеседник знает, что говорящий реагирует на похолодание головной болью) и т. п. Согласно математической теории формальных грамматик, если θ — грамматически правильное выражение, то и *Я утверждаю, что θ* — грамматически правильное выражение [46, с. 202]. Более того, эти два высказывания, как правило, равнозначны.

С моментом речи и самим говорящим соотносится то обозначение пространства, которое выражается наречием *здесь* [120, с. 146]. Со слушающим и с другими лицами, не участвующими в акте речи, соотносятся другие пространственные наречия *там, в той стороне, туда* и т. д. Во многих языках есть специальные пространственные обозначения, связанные с каждым из трех лиц: в латинском языке *hic* — указательное местоимение первого лица, *iste* — второго лица, *ille* — третьего лица. Латинское *haec urbs* (этот город) относится к городу, где живет говорящий (*мой, наш* город), *ista urbs* (этот город) означает *твой, ваш* город, *ilia urbs* (тот город) относится к го-



роду, удаленному от говорящего (или упомянутому раньше) (рис. 39).

С точкой зрения говорящего связаны и другие пространственные обозначения местонахождения предметов и лиц или их передвижения. В русском предложении *Слева раскинулись пустыри* (начальная строка стихотворения Анны Ахматовой) в явной форме не выражено, слева от кого они раскинулись. Во многих языках это уточнение необходимо.

В значительном числе языков понятие *я* по существу мыслится как гораздо более широкое, чем то, к которому привычны люди, говорящие на современных европейских языках. *Я* включает не только тело человека и его части, но в определенном смысле и другие предметы и даже других людей, от этого *я* неотъемлемых. Например, обозначения рыболовных снастей в языках Меланезии употребляются всегда с притяжательным местоимением типа «мой, от меня не отделимый». В ряде языков так же обозначаются и пространственные отношения: «мой, не отделимый от меня верх» в смысле «надо мной» и т. д.

В подобных явлениях отчетливо проявляется то, что крупнейший польский лингвист Курилович (1895—1978) назвал «антропоцентрической установкой человека, объясняемой из основной ситуации речевого общения» [118, с. 26]. Говорящий субъект оказывается в центре как временной, так и пространственной картины, изображаемой в естественном языке.

«ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ», КОД И СООБЩЕНИЕ

Акт речи, определяющий по существу все основные категории естественного языка, делает их значение чрезвычайно подвижным. Каждый человек, произносящий высказывание, должен быть в состоянии приспособить слова и формы, обозначающие лицо, время, наклонение, пространство и другие категории, зависящие от акта речи, к условиям речевого общения. Эти условия всегда различны, следовательно, значение таких слов и форм в определенном смысле «пустое». Слова *я* и *ты* не соотносятся ни с какой реальностью, кроме самого акта речи и его участников, каковы бы они ни были [120, с. 288]. Целый ряд языковых форм, таких, как вопрос, ответы *да* и *нет*, приказания, поняты только на фоне конкретного диалога, вне акта речи сами по себе они лишаются смысла.

В работе, основанной на применении к исследованию естественного языка некоторых общих идей теории информации, один из создателей современной лингвистики Р. О. Якобсон называет слова и формы, зависящие от акта речи, «переключателями» — «шифтерами» [121] (английское *shifter* от *to shift* — переключать, переводить, сдвигать).

Мысль Р. Якобсона о роли «переключателей» развивает Р. Том в своей топологической модели естественного языка. По его модели всякое языковое высказывание описывает пространственно-временной процесс. «Переключатели» же локализируют область, в которой этот процесс разворачивается. Локализация дается по отношению к той пространственно-временной области, в которой находятся говорящий и слушающий [42, 46, с. 215]. В устном естественном языке такая локализация необходима в подавляющем большинстве высказываний. Поэтому не только в них всегда обнаруживаются «переключатели», но и более того — каждое высказывание в целом обязательно локализовано с их помощью.

Для описания особенностей «переключателей» Якобсон воспользовался понятиями «код» и «сообщение», получившими точное значение в теории информации.

Под кодом понимается способ представления информации в форме, пригодной для передачи по некоторому каналу (рис. 40). Предполагается, что при пользовании одним и тем же кодом (естественным языком в случае языкового общения) декодирующее устройство (мозг слушающего человека или вычислительная машина) восстанавливает сообщение (смысл текста) в той же самой форме, в какой оно было закодировано кодирующим устройством (мозгом говорящего или машиной, использующей естественный язык) Пользуясь терминами

«код» и «сообщение», заимствованными из словаря теории информации, Якобсон характеризует «переключатели» как такие кодовые элементы, которые в самом коде (в языке) определяются отсылками к речевому сообщению (высказыванию). Сообщения о сообщении могут преобладать в нашей речи [121, с. 96]. Многие виды гуманитарных областей знания характеризуются преимущественной установкой на передачу речи других авторов в виде цитат или переложений. Но и в повседневной речи постоянно используются разные формы передачи чужих высказываний.



Рис. 40. Схема передачи информации

Наш замечательный исследователь истории культуры М. М. Бахтин (1895—1975 гг.) показал, что по мере развития литературы происходит постепенное усложнение способов передачи «чужого слова» — слова другого человека, отличного от говорящего. По словам Бахтина, до недавнего времени целому направлению европейской мысли была свойственна монологичность, установка на мышление одного человека. Прямо противоположный диалогический подход характерен и для науки XX века, и для его искусства, хотя предвосхищение этой тенденции есть у более ранних мыслителей и художников.

Нильс Бор говорил о серии картин японского художника Хокусаи «Сто видов Фудзи-ямы», что эти картины — лучшее воплощение его идеи дополнительности: одна и та же гора предстает в каждой из картин по-новому, общее впечатление возникает из всей их совокупности. Точно так же в романе Достоевского не предлагается одного-единственного взгляда на мир, читатель видит мир попеременно глазами Алеши Карамазова и каждого из его братьев.

Еще до выхода в свет в 1929 г. монографии М. М. Бахтина о Достоевском роль принципа диалогичности для всей человеческой культуры установил М. Бубер в книге «Я и ты», впер-

вые изданной в 1923 г. Первая часть этой книги посвящена личным местоимениям *я* и *ты*, которые Бубер называл «основными словами» [122].

Говоря с полным правом о том, что эти слова обозначают не какие-либо предметы, а отношения, Бубер подчеркивал, что «примитивные» языки (такие, как зулусский и фиджи) выражают именно отношения прежде всего. В этой книге (и двух последующих, где развернута его концепция диалога) Бубер делит разные установления человеческих коллективов на такие, которые ориентированы на *я*, и иные — ориентированные на *ты*. Можно было бы сравнить этот подход с тем, что согласно современной лингвистике и поэтике различие точки зрения говорящего (*я*) и слушающего (*ты*) лежит в основе языковых категорий.

Если, как думал Бор (под чьим влиянием лингвистика и пришла к этой идее), Рассел и многие другие крупнейшие ученые нашего века, язык самой науки стремится идти по пути преодоления ссылок на говорящий субъект, то и литература в какой-то мере решает сходную задачу. Но в ней сложная картина мира создается путем переплетения разных индивидуальных картин.

Язык литературы при этом в передаче внутреннего монолога героя становится предельно субъективным. Эта характерная особенность искусства нового времени была отчетливо выражена Б. Л. Пастернаком уже в его юношеском эстетическом докладе, где утверждалось, что «эта субъективность не является свойством отдельного человека, но есть качество родовое, сверхличное, что это субъективность человеческого мира, человеческого рода... от каждой умирающей личности остается доля неумирающей родовой субъективности, которая содержалась в человеке при жизни и которою он участвовал в истории человеческого существования» [123, с. 219].

В сохранившихся тезисах этого доклада, прочитанного 10 февраля 1913 г., поэзия определялась как «безумие без безумного»: суть искусства состоит в передаче необычности взгляда художника на мир, но не в характеристике необычности самого художника. Поэтому современное искусство обнаруживает неожиданные далеко идущие переклички с современной наукой, которая изучает взаимодействие прибора и объекта, этим прибором исследуемого (автор\ этой книги довелось слышать такую формулировку этой мысли от Б. Л. Пастернака незадолго до его смерти — в апреле 1960 г.).

Понятие общечеловеческой субъективности в искусстве очень близко к тому, что лингвисты описывают как субъективность языка [120]. Это свойство характеризует не одного писателя

не одного говорящего, а каждого писателя и каждого говорящего, потому что оно коренится в основных особенностях самого способа общения, ими используемого. Если раньше лирика передавала речь говорящего, то теперь и в поэзии, и в прозе учащаются опыты передачи внутренней речи.

Загадкой внутренней речи и ее происхождения все больше занимаются и ученые. В речевом общении детей друг с другом замечается особое явление, названное психологами «эгоцентрической речью». Дети говорят в присутствии друг друга, но каждый из них говорит о своем. Но для того, чтобы думать вслух, детям еще нужно присутствие других ребят.

Как установил Ж. Пиаже, в определенном возрасте эгоцентрическая речь у детей исчезает. По гипотезе Л. С. Выготского, в этом возрасте из эгоцентрической речи возникает внутренняя речь. В терминах кибернетики развитие внутренней речи из «внешней» можно сравнить с движением от программ, которые ранее вводились в машину, к программам, которые строятся самой машиной.

В том возрасте, когда ребенок только еще научился говорить и склонен к эгоцентрической речи, для него особую трудность представляют те слова, которые в языке «переключают» речь от одного говорящего к другому. Характерно, что дети, вполне уже усвоившие язык, тем не менее с большим трудом обучаются правильному употреблению личных местоимений. Ребенку проще называть себя постоянно по имени, избегая коварного и загадочного *я*: *Петя хочет кушать* вместо *я хочу есть* и т. п. Научившись же называть себя *я*, ребенок отказывается в этом праве своему собеседнику.

Трудность обучения личным местоимениям для детей состоит в том, что каждый из собеседников попеременно присваивает себе это наименование (*я*) и возможность называть другого на *ты* (или *вы*) (рис. 41).

Научившись менять личное местоимение в разговоре, ребенок не понимает, в каких случаях это делать не нужно. В своей книге «От двух до пяти» К. И. Чуковский рассказывает, что когда девочка услышала от няни песню:

И никто не узнает,
Где могилка моя,

эту песню девочка стала петь так:

И никто не узнает,
Где могилка твоя.

Чуковский по этому поводу вспоминает о замечательном рассказе Пантелеева «Буква «ты». В этом рассказе девочка, обучаясь грамоте, никак не может взять в толк, что это за буква *я* и

заменяет ее на «ты»: фразу в книге «Якову дали яблоко» она прочитала «Тыкову дали тыблоко».

Верность описания особенностей детской речи в этом рассказе можно подтвердить словами трехлетней Наташи, пришедшей впервые из детского сада. На вопрос «Как зовут воспитательницу?» Наташа сказала: «Ее зовут На вы», «А как же ты ее зовешь? «На мы», отвечает Наташа.



Рис. 41. Кто Робинзон?

То, что труднее всего выучить в детстве, раньше всего теряется при болезни, вызывающей поражение или распад речи. Эта закономерность, сформулированная Л. С. Выготским, относится и к личным местоимениям. Различные типы душевных болезней и неврозов характеризуются изменением отношения человека к самому себе. При шизофрении может произойти полное исчезновение местоимения я и других переключателей из речи больного [47]. Один из больных, описанных психиатрами с такой точки зрения, постоянно твердил: «Я уже больше не я».

Связь особых представлений о собственном я с психологией детского возраста хорошо видна у такого удивительного человека, как С. В. Шерешевский, наделенный поразительной памятью. Он вспоминал о своем детстве: «Вот утро... Мне надо идти в школу... Уже скоро восемь часов... Надо встать, одеться, надеть пальто и шапку, галоши... Я не могу остаться в кровати..., и вот я начинаю злиться... Я ведь вижу, как я должен идти в школу..., но почему он не идет в школу?... Вот «он» поднимается, одевается... надевает галоши..., вот «он» уже пошел в школу...

Ну, теперь все в порядке... Я остаюсь дома, а «он» пойдет. Вдруг входит отец: «Так поздно, а ты еще не ушел в школу?»

Шерешевский, многие поразительные психологические способности которого были связаны с его крайней инфантильностью, сохранил это я и в зрелом возрасте, когда он признался психологу. «Вот я сижу у вас, я задумываюсь... Вы гостеприимный хозяин, вы спрашиваете: «Как вы расцениваете эти папиросы?...» «Ничего себе, средние...» Я бы так никогда не

ответил, а *он* может так ответить. Это нетактично, но объяснить такую оплошность *ему* я не могу. *Я* отвлекся, и *он* говорит не так, как надо» [39, с. 84].

Необычное отношение к своему я проявляется и у многих больших поэтов, «наделенных каким-то вечным детством», говоря словами стихов Ахматовой. Немецкий романист и поэт Гессе описывал, как он самого себя наблюдал со стороны на курорте, словно раздваиваясь на наблюдателя и наблюдаемого (что опять-таки приводит на ум аналогию с современной физикой).

Как замечает Э. Бенвенист, слова гениального французского поэта Артюра Рембо *je est un a litre* (я - это кто-то другой) представляют собой характерное выражение такого душевного состояния, когда *я* как бы отделяется («отчуждается») от человека [120, с. 264] («я для меня мало, кто-то из меня вырывается упрямо», по словам другого большого поэта — Маяковского).

Согласно гипотезе, по которой развитие детского языка повторяет эволюцию языка вообще (как в биологии онтогенез — развитие индивидуального организма повторяет филогенез — эволюцию вида), следовало бы ждать, что и в истории языков сохранились следы позднего возникновения личных местоимений. По мысли известного философа Кассирера, одним из первых исследовавшего субъективность в языке, древнейшими словами, обозначающими говорящего, могли быть указания на его тело (еще до возникновения личных местоимений). Косвенное подтверждение этому можно видеть в том, что в аранта некоторые слова со значением местоимений образованы и от слов, обозначающих части тела. В развитии ребенка личному местоимению *я* предшествует осознание своего тела (как бы отражение его в зеркале) [48].

Чтобы обозначить себя самого в отличие от другого человека, во многих первобытных обществах говорящий пользуется средством, которое выходит за пределы естественного языка; у каждого человека есть «своя песня». Такие песни известны У саами (лопарей) на крайнем севере Европы, у индейцев племени сирионо в джунглях Боливии, у коряков на Камчатке. Воспроизводя мир древних германцев, Вагнер в «Кольце Нибелунгов» оживил «собственные песни», присвоив каждому персонажу его лейтмотив. В кино сходный прием использован в «8S» Феллини, где у главного героя есть свой лейтмотив.

Автор этой книги слышал последние «собственные песни», еще сохранившиеся в памяти кетов (енисейских остяков), которых он видел во время экспедиции по изучению языка кетов на Енисее летом 1962 г. У кетской «собственной песни» семь



Рис. 42. «Своя песнь» и позывные радиостанции

частей, потому что кеты верили, что у каждого человека семь душ, из них шесть могут быть общие с другими животными. а седьмой душой человек (как и медведь, у кетов считающийся человеком) от них отличается. Шаманы у кетов могли обмениваться собственными песнями, и тогда душа от одного шамана переходила к другому.

У песни есть неоспоримое достоинство по сравнению с личным местоимением я: это местоимение каждый говорящий себе присваивает заново (что и сбивает с толку детей), а собственная песнь, как имя, принадлежит только ее владельцу (до тех

пор, пока он по своей воле не отдаст ее другому). В наш век таким способом обозначают себя не люди, а радиостанции, чьи позывные можно рассматривать как своего рода «собственные песни» в той системе связи, которую с кибернетической точки зрения можно уподобить общению между людьми (рис. 42).

Узнавание человека по голосу, относящееся к функциям правого полушария [25], бесспорно, древнее, чем называние человека по имени, не говоря уже об использовании местоимений (способ обозначения индивида особой мелодией известен на гораздо более ранних стадиях биологической эволюции у птиц). Любопытно, что и жест указания на свое тело, по Кассиреру предшествовавший местоимениям, можно соотнести с функциями правого полушария.

При электросудорожном шоке правого полушария в речи больных обнаруживается большое число переключателей, в частности личных местоимений первого лица. Можно думать, что эти слова существенным образом связаны с характерными особенностями доминантного речевого полушария.

По модели известного польского психиатра Кемпинского, применившего к описанию психики человека некоторые кибернетические понятия, следует разграничивать энергетический метаболизм (обмен энергией между средой и организмом) и метаболизм информационный (обмен информацией между средой и индивидом) [124]. В большой мере вторая задача — словесный обмен информацией с другими людьми — выполняется в человеческом обществе левым полушарием. Слова — переключатели служат для этого необходимым инструментом.

Установка на сознание самого индивида и соответственно на личные местоимения и другие переключатели соотносится с левым полушарием, тогда как взаимодействие с внешним миром принадлежит к основным функциям правого.

ЭГОЦЕНТРИЧЕСКИЕ СЛОВА И ЯЗЫК НАУКИ

Наблюдения над детским языком, расстройствами речи при нервных болезнях и языком первобытных племен позволяют предположить, что такие «переключатели», как личные местоимения, характеризуют относительно поздний период развития естественного языка. Тем не менее во всех современных языках (не исключая и австралийских) мы встречаем хотя бы некоторые из «переключателей». Более того, именно они и составляют специфику естественного языка, отличающую его от всех искусственных языков науки (в частности, математической логики) и машинных языков. Даже в тех случаях, когда язык

науки не стал еще полностью формализованным, в нем, например, в обычных научных сочинениях на русском языке, наблюдается тенденция к стиранию форм личного выражения.

Ученые избегают называть себя личным местоимением первого лица, а если это и делают, то даже в статьях и книгах, подписанных одним автором, используют местоимения множественного числа (*мы обнаружили в своей лаборатории*), где менее явно выражено соотнесение высказывания с одним лишь говорящим. С этим согласуется и тяготение научного стиля к безличным или неопределенно-личным глагольным конструкциям (*было обнаружено, что...; для этого добавляют следующие вещества* и т. д.). Если в структуру естественного языка благодаря «переключателям» встроены ссылки на людей — участников акта речевого общения, то в современном научном языке субъектом — автором высказывания чаще всего оказывается целая группа людей. Одним из выражений этого служит увеличение числа работ, под которыми подписываются группы ученых (в идеале, не всегда осуществляющемся, все] подписывающиеся под работой в ней реально участвуют) *.

Стремление к обобщенно-собирательному авторству проявляется не только в числе подписей под работами или в употреблении местоимений *мы, наши* (и соответствующих глагольных форм), но и в том, насколько каждый труд должен учитывать опыт всех предшествовавших исследований по этой же теме. Не только в обзорных сочинениях, которые становятся (особенно в быстро развивающихся науках) одним из основных видов научных публикаций, но и в оригинальных статьях полнота библиографии и знание современного состояния проблемы считаются обязательными.

Для иллюстрации того, в какой степени на задний план отходит проблема личного авторства, можно напомнить, один из крупнейших представителей гуманитарной мысли XX] века М М Бахтин из пяти книг, изданных им при жизни, три первые опубликовал под чужими именами (из более ранних аналогичных примеров можно было бы вспомнить Спинозу и датского мыслителя XIX в. Серена Кьеркегора). Большая группа французских математиков, чьи работы составили эпоху в развитии этой науки, всему миру известна под условной общей фамилией Бурбаки. Для ученого высказывание мысли становится более существенным, чем преходящий факт упоминания его личного имени.

* Недавняя экспериментальная работа по физике высоких энергий, занимающая в журнале всего 3 страницы, была подписана 55 авторами [113, с. 687—688 и рис. 5].

Наука вся в целом может рассматриваться в кибернетическом смысле как единая сложно организованная система, внутри которой выделение отдельных личностей с собственно научной точки зрения едва ли оправдано. Этим не умаляется их роль, но она тем значительнее, чем быстрее они помогают общему продвижению вперед науки как единого целого. Эта принципиально «сверхличная» (или «надличная») установка современных ученых прокладывает себе путь через преграды личных тщеславий и стремления к отдельным «спортивным» рекордам в науке. Стирание субъективного и личного начала в науке согласуется с последовательным устранением в языке науки всех ссылок на данный акт речи и его участников.

Одним из первых глубоко проанализировал эту особенность научного языка Бертран Рассел. В своем логическом анализе естественного языка Рассел обратил особое внимание на «переключатели», которые он именовал «эгоцентрическими словами» (или «эгоцентрическими особенностями» — английское *egocentric particulars*): «Целью как науки, так и обыденного здравого смысла является замещение изменчивой субъективности эгоцентрических слов нейтральными общественными терминами» [125, с. 119—120]. По мнению Рассела, «в этом процессе нашего избавления от субъективности истолкование эгоцентрических слов представляет собой один из существенных шагов» [125, с. 124]. Значение достижений таких лингвистов, как Э. Бенвенист, Ю. Курилович, Р. О. Якобсон, исследовавших роль переключателей в естественном языке, выходит далеко за пределы лингвистики.

Мысль Рассела о характере эгоцентрических слов получила дальнейшее развитие у Х. Рейхенбаха, который в своей книге по математической логике [126] первым из логиков посвятил Целую главу опыту логико-математического анализа естественного языка. Рейхенбах исходил из различения индивидуально-го знака (английское *token*) и знака-символа (*symbol*), представляющего собой класс сходных друг с другом индивидуальных знаков. Слова и предложения естественного языка представляют собой индивидуальные знаки. Значение эгоцентрического слова всякий раз определяется соответствующим индивидуальным знаком, произнесенным или написанным во время индивидуального акта речи [126].

Вслед за Расселом Рейхенбах полагает, что слово *это* может служить для определения значения всех остальных эгоцентрических слов. Все их значения выводимы из сочетания *этот знак*. Слово *я* означает *человека, который произносит этот знак*. Слово *сейчас* означает *время, когда этот знак произно-*

сится. Следовательно, задача определения значений эгоцентрических слов сводится к определению значения сочетания *этот знак*.

Его значение можно объяснить сопоставив его с употреблением кавычек в логическом языке. В этом последнем кавычки ' ' служат для обозначения такого употребления слова, когда слово относится к самому себе, например, в предложении 'душа' состоит из четырех букв, где 'душа' использовано не как обычное слово русского языка, а как название этого слова. Такое употребление слова называется автонимным согласно терминологии, принятой в математической логике и математике; Якобсон [121] определяет такое употребление как «сообщение, относящееся к коду».

Если кавычки позволяют превратить слово естественного языка (душа) в автонимное наименование этого слова ('душа'), то особые знаковые кавычки (обозначаются стрелками над строкой—↗ ↘) позволяют превратить индивидуальный знак в другой индивидуальный знак, обозначающий сам этот индивидуальный знак.

В таком случае, например, предложение *На листе бумаги напечатали этот знак* можно заменить равнозначным ему предложением *На листе бумаги напечатали ↗*. *На листе бумаги напечатали этот знак ↘*. При такой записи, по мнению Рейхенбаха, эгоцентрический характер утрачивается.

Необходимость различения логических ' ' и знаковых ↗ ↘ кавычек вызвана тем, что индивидуальный знак, но определению, не может повторяться — его можно употребить только однажды. Поэтому с помощью знаковых кавычек можно создать не имя индивидуального знака, а другой индивидуальный знак, его обозначающий (условно каждый такой новый знак обозначается как θ; следовательно, приведенную фразу можно записать и так: *на листе бумаги напечатали θ*).

Предложенный Рейхенбахом способ описания значения эгоцентрических слов предполагает возможность всякий раз пользоваться такими индивидуальными знаками, обозначающими индивидуальные знаки. Например, в своей логической записи знаменитой фразы Мартина Лютера «Здесь я стою» (Hier stehe ich), сказанной на соборе в Вормсе в 1521 г., Рейхенбах заменяет все высказывание, произнесенное Лютером, посредством условного сокращения θ (иначе θ можно в данном случае записать с помощью знаковых кавычек как ↗ Здесь я стою ↘). Тогда *здесь* определяется как *такое место где произносится θ*, *я* определяется как *тот человек, который говорит θ*. Но само высказывание Лютера, скрываемое под знаковыми кавычками или под символом θ, все состоит из эго-

центрических слов и форм, которые внутри этого высказывания могут быть определены опять-таки только через соотнесение самим этим высказыванием.

Для логической записи эгоцентрических высказываний Рейхенбах применил йота-оператор (оператор дескрипции), что согласуется с пониманием им θ как индивидуального знака. При таком понимании дескрипт удовлетворяет условию единственности. По этой же причине йота-оператор используется и для передачи в логическом языке того смысла, который в естественном языке (например, английском) выражается определенным артиклем. Определенный артикль в естественном языке в большинстве случаев может рассматриваться как особого рода эгоцентрическое слово, потому что определенность отсчитывается с точки зрения говорящего (или слушающего).

В предлагаемой Рейхенбахом логической записи высказывания Лютера используются, кроме обычной символики исчисления предикатов ($\Box z$ — существует такой z , что или для некоторого z) символ (йота-оператор) для дескрипций, и условные обозначения конкретных предикатов st («стоять», немецкое *stehen*, английское *stand*), sp («говорить», немецкое *sprechen*, английское *speak*) и переменных x (человек), z (место).

Логическая запись

$$st(x) (\Box z) sp(x, \theta, z), (z) (\Box x) sp(x, \theta, z)$$

означает *тот человек x , которому принадлежит произнесенное в месте z высказывание θ (‘Здесь я стою’), стоит в том месте z , где человеком x сказано θ (‘Здесь я стою’)* (буквально: предикат *стоять* относится к индивидуальному объекту x , для которого выполняется условие, что x говорит θ в некотором месте 2, и к индивидуальному объекту z , для которого выполняется условие, что в z некоторый x говорит θ).

Предложенная Рейхенбахом запись для эгоцентрических слов при всей ее кажущейся парадоксальности полезна в том отношении, что в ней явно раскрываются скрытые в значении каждого из этих слов ссылки на данный конкретный акт речи (передачу сообщения θ), вне которого понять их нельзя. Проблема их определения сводится в простейших случаях к проблеме выработки логических средств записи прямой речи.

Рейхенбах приходит к выводу, что в определенном смысле эгоцентрические слова — это псевдослова, так как разные случаи их употребления не равнозначны. Значение этих слов может быть объяснено не на самом естественном языке, а лишь на другом языке (метаязыке), на котором мы описываем этот естественный язык. Но и на этом метаязыке мы можем только описать тот отрывок прямой речи, ссылка на который определяет данное

употребление эгоцентрического слова. Такое логическое прояснение смысла эгоцентрических слов весьма важно и для исследования некоторых парадоксов, занимавших уже умы мыслителей Греции, а в XX веке оказавшихся одной из главных проблем математической логики.

Парадокс лжеца состоит в одновременной истинности и ложности следующего утверждения: «Это утверждение, которое я сейчас делаю, ложно». Г. Вейль заметил, что в естественном языке парадокс зависит от эгоцентрических слов *это*, *я*, *сейчас*, которые взрывают смысл высказывания [127]. В этом смысле можно согласиться с известной формулировкой логики Пеано — создателя весьма совершенных способов построения искусственного логического языка, оригинальность которых однако, долгое время затрудняла понимание работ Пеано и журнала, издававшегося им на этом языке Пеано о другом отчасти сходном парадоксе еще в начале нашего века сказал, что «он относится не к математике, а к лингвистике» Но именно математика в XX веке много сделала для понимания сути парадоксов тем самым помогая уяснить и лингвистическую их сторону.

Современная формулировка парадокса лжеца совпадает с афоризмом Тютчева: «Мысль изреченная есть ложь» [55] В высказывании «Я лжец» в явном виде парадокс еще не выступает (потому что лжец однажды и мог бы сказать правду) Но поскольку к каждому утверждению θ в естественном языке p силу его субъективности можно добавить «Я утверждаю, что θ », это высказывание по языковым правилам оказывается равнозначным «Я утверждаю, что я лжец».

Из этого видно, что в естественном языке парадокс вызывается субъективностью языка, благодаря которой в самом высказывании содержатся отсылки к нему самому — в эгоцентрических словах. Поэтому и способ явной логической записи этой особенности эгоцентрических слов, предложенный Рейхенбахом, существен для уяснения причин возникновения парадоксов в высказываниях на естественном языке.

Возможность построения такой машины, которая могла бы употреблять «эгоцентрические слова» («переключатели») так же, как их употребляют люди, обсуждалась Расселом [128, с. 105—106]. По мысли Рассела, машина, которая добавляла бы к словесному описанию испытываемых ею воздействий слово *это* (*это — красный цвет, это — синий цвет* и т. п.), не воспроизводила бы существенных черт человеческого речевого поведения В самом деле, в данном случае *это* — всего лишь добавление к последующим словам. По словам Рассела, с таким же успехом можно было бы построить машину, которая бы добавляла к тем же обозначениям цветов бессмысленное слово — *абракадабра*

красный цвет, абракадабра синий цвет и т. п. [128, с. 105]. Можно заметить, что то же самое справедливо и в отношении той модели естественного языка, согласно которой к каждому высказыванию можно добавить предшествующее ему *Я утверждаю*, что...

По Расселу, машина приблизилась бы к моделированию человеческой речевой деятельности, если бы через некоторое время после первого опыта машина могла бы описать его словами *То был красный цвет* [128, с. 105]. Соответствующий физиологический механизм, лежащий в основе употребления слова *то* человеком, Рассел описывает как отсрочку словесной реакции на стимул, оговариваясь (с полным на то основанием), что эта схема еще слишком груба.

В качестве простейшего примера, противоречащего схеме Рассела, можно сослаться на распространенные у многих народов анекдоты о тугодумах, которые не сразу реагируют на смешной рассказ.

Неважно, каков реальный промежуток физического времени между стимулом (в этом случае — смешным рассказом) и реакцией (смехом или словами тугодума). Важно, воспринимает ли говорящий этот стимул как актуальный для себя в момент, когда он на него реагирует. Поэтому описание эгоцентрических слов, в которых отчетливо проявляется субъективность естественного языка, в терминах строго объективных (например, с помощью интервала физического времени между стимулом и словесной реакцией на этот стимул) не соответствует сути описываемого явления. Для понимания языкового времени (как и вообще переключателей — эгоцентрических слов) оказывается необходимым учитывать и различия между правым полушарием, ориентированным на настоящее, и левым, занятым планированием будущего.

Вообще оказалось недостаточным рассмотрение естественного языка как словесных реакций человека на стимулы внешней среды, особенно популярное в американской науке середины нашего века. Это убедительно показал Н. Хомский. Еще раньше Н. А. Бернштейн заметил, что язык не может быть описан с помощью подобной упрощенной схемы.

Н. А. Бернштейн обратил внимание на значение таких элементов языка (названных им «словами-операторами», что согласуется с пониманием термина «оператор» в искусственных языках), которые сами по себе ничего не обозначают, но указывают на различные отношения в речи. Наличие таких слов в языке, по мысли Н. А. Бернштейна, противоречит замыслу описать его просто как множество элементов *E* (сигналов), отображающих некоторые другие множества / (сигналов стимулов, происходя-

щих из внешней среды). В качестве примеров фраз, не поддающихся такому объяснению, Н. А. Бернштейн приводил высказывания, содержащие эгоцентрические слова: *ты мыслишь*, *мы подумаем* и т. п. [18].

По мысли Н. А. Бернштейна, развитой потом во многих работах наших ученых, сам естественный язык представляет собой модель мира. Эгоцентрические слова предполагают такую модель, где в центре при разговоре находится сам говорящий.

ПОЧЕМУ СЛОВО «ЭТОТ» НЕПОНЯТНО РОБОТУ

В ходе разговора человека с роботом, поднимающим кубики, в Лаборатории искусственного интеллекта, произошел такой обмен репликами. На приказание *Grasp the pyramid* (Схвати эту пирамиду) робот, оставшийся бездеятельным, возразил: *I don't understand, which pyramid you mean* (Я не знаю, какую из пирамид ты имеешь в виду). Робот ничего не будет делать до тех пор, пока человек не объяснит ему, какую из трех пирамид (красную, синюю или зеленую) он должен взять. Определенный артикль *the* в английской фразе (как и указательное местоимение *эту* в русском переводе) — эгоцентрическое слово: говорящему ясно, какую из пирамид он имеет в виду, в устном разговоре он может пояснить это жестом, показать на предмет, но роботу эгоцентрическое слово непонятно.

В этом разговоре машина понимает только те случаи употребления определенного артикля, где он относится к предметам, в данной ситуации единственным. По этой же причине машина правильно употребляет и понимает местоимения *I* (я) и *you* (вы), потому что они в этой предельно упрощенной ситуации всегда относятся только к самой машине и к одному и тому же человеку, с ней говорящему. При таком употреблении местоимений, принципиально отличном от обычного их использования, они аналогичны собственным именам. Робот еще находится на уровне мальчика, называющего себя «Петя» («Петя играет» и т. п.). Робот умеет только переворачивать *I* (я) и *you* (вы), употребляя их то по отношению к себе, то по отношению к своему единственному собеседнику. Но в реальном общении *I* и *you* могут относиться к разным собеседникам, иногда многочисленным.

Для того, чтобы машина правильно понимала естественный язык, должны были бы быть, построены правила «переключения» всех эгоцентрических слов и форм на ситуацию каждого данного акта речевого общения. Каждый «индивидуальный знак» (θ) по-новому определяет другие зависящие от него по своему значению эгоцентрические слова.

В рассуждении Рассела интересна мысль о роли времени и памяти для моделирования значений эгоцентрических слов. Можно попытаться выяснить, сколько таких индивидуальных знаков θ или высказываний хранится обычно в памяти человека. Приблизительную оценку этой величины может дать то, что например, каждый школьник помнит обычно свои разговоры с товарищами и их ответы на уроках за последние дни, а лектор помнит вопросы, заданные ему после лекции или на семинаре. Как видно из текстов евангелий и из мемуарной литературы нового времени, при большом внимании к другому человеку можно запомнить буквально все его основные высказывания на протяжении очень длительного времени. По отношению не только к близким, но и к далеким знакомым, употребление эгоцентрических слов в последующих актах речи зависит от сохраняющихся в памяти предшествующих θ . Достаточно в качестве простого примера сослаться на то, что люди всегда помнят, с кем они на *Вы*, с кем на *ты*, и переход с одной формы обращения на другую отмечается обычно социальным обрядом (например, пьют на брудершафт).

Если воспользоваться сравнением языка с шахматной игрой, к которому часто прибегают математики и логики вслед за Гильбертом и лингвисты вслед за Соссюром, то употребление языка человеком в обществе можно было бы сравнить со многими партиями, разыгрываемыми гроссмейстерами одновременно на разных досках. Хотя в реальном языковом общении каждый следующий «ход» в одной из партий (каждый разговор с новым собеседником) может и отделяться большим временем от всех предыдущих, в памяти эти партии (разговоры) должны храниться одновременно (все ходы записываются). Поэтому модель сеанса одновременной игры на разных досках и модель языкового общения в основном тождественны. Благодаря смысловым особенностям эгоцентрических слов человек обычно справляется с такой задачей.

Приведенная выше схема разговора робота, играющего в кубики, с человеком [115] содержит предельное упрощение за счет сведения обоих собеседников к паре постоянных партнеров. Поэтому эгоцентрические слова (*я*, *ты*) в такой схеме вносятся к ярлыкам (собственным именам), тождественным одному из партнеров. Если же представить себе реальные возможности общения на естественном языке многих людей с вычислительной машиной в режиме разделения времени (когда машина может одновременно обмениваться сообщениями с целым рядом потребителей), то одну из существенных трудностей при общении может представить понимание машиной эгоцентрических слов.

При общении машины со многими людьми практически существенной задачей может оказаться различение каждого участвующего в обмене информацией. Человек различает своих собеседников не благодаря эгоцентрическим словам, а вопреки им (к каждому из собеседников приложимы одни и те же личные местоимения). При опознании индивидуального человека вычислительной машиной были бы полезны не личные местоимения, а способы типа «собственной песни» или позывных, как каждый из нас умеет отличить знакомых по голосу, например при разговоре по телефону; согласно новейшим экспериментальным данным, эта функция выполняется «неречевым» — правым полушарием [25]; моделирование ее на автомате — анализаторе речи наталкивается на значительные трудности [30]. Высказывания, начинающиеся с я, означают всего лишь «источник данного сообщения» и не могут способствовать опознанию данного лица иначе как путем его отождествления с автором или источником сообщения.

Трудности (по-видимому, на сегодняшний день едва ли легко преодолимые), которые возникли бы при попытке обучения машины пониманию предложений, содержащих эгоцентрические слова, можно было бы пояснить на примере изречения Декарта *я мыслю, следовательно, я существую*. Логический анализ этого высказывания приводит к выводу, что оно содержит квантор существования ($\square$): существует мысль. Очевидно, изречение Декарта могло бы быть сообщено машине (или проанализировано ею самой) в форме: *В источнике настоящего сообщения существует мысль, следовательно, источник настоящего сообщения существует*. В этой форме сохранено эгоцентрическое слово «настоящий» («настоящее сообщение» употребляется в смысле индивидуального знака — θ). Можно себе представить, что каждое вводимое в машину сообщение нумеруется, т. е. индивидуальные знаки хранятся в памяти, закодированные соответствующими числами (это в точности соответствует идее Рейхенбаха, предлагавшего считать номер каждого θ индивидуальным знаком для этого θ).

Пусть изречение Декарта закончено как θ_i . Тогда само сообщение θ_i должно быть понято следующим образом: *В источнике сообщения θ_i существует мысль, следовательно, источник сообщения θ_i существует* (принципы формализованного изложения этой идеи намечены еще в XVII веке Спинозой в книге «Основы философии Декарта, доказанные геометрическим способом»).

Для обучения машины естественному языку в нее необходимо ввести некоторые предпосылки понимания значения слов (другой возможностью является формирование самой машиной системы

таких предпосылок, иначе говоря, определенной модели мира, по некоторым вводимым в нее исходным данным). К этим предпосылкам безусловно должно относиться и предположение, что у каждого вводимого в машину сообщения есть некоторый источник. В таком случае вторая половина изречения θ_i автоматически следует из самого наличия сообщения θ_i , введенного в машину. Что же касается первой половины, его интерпретация машиной зависит от понимания слова *мысль*. Если, как это представляется возможным, это слово понимается как равнозначное «переработке информации», то первая половина сообщения θ_i будет понята как указание на наличие переработки информации в самом источнике сообщения θ_i . Это, по-видимому, также должно соответствовать некоторым предпосылкам понимания языка. В той мере, в какой сообщение θ_i может быть понято машиной, оно все оказывается выводимым из предпосылок понимания языка и в этом смысле не несет никакой новой информации.

СООБЩЕНИЕ И ЕГО АВТОР

Определение смысла эгоцентрических слов невозможно без отождествления источника данного сообщения θ с конкретным лицом. Но само это отождествление происходит чаще либо через это же сообщение θ (как в примере с изречением Лютера, разобранным Рейхенбахом), либо через предшествующие сообщения, исходившие от того же источника. Большинство имен незнакомых ему лично людей, известных современному интеллигентному человеку, он определяет как авторов определенных сочинений (характерны обычные определения в кроссвордах: «Роман русского писателя XIX века» и т. п.).

В «Ревизоре» Гоголя Хлестаков в сцене хвастовства перед городничихой и ее дочерью приписывает себе множество популярных в те годы литературных сочинений:

«Хлестаков... Все это, что было под именем барона Брамбеуса, «Фрегат Надежды» и «Московский телеграф»... все это я написал.

Анна Андреевна. Скажите, так это вы были Брамбеус?

Хлестаков. Как же, я им всем поправляю статьи. Мне Смирдин дает за это сорок тысяч.

Анна Андреевна. Так, верно и «Юрий Милославский» ваше сочинение?

Хлестаков. Да, это мое сочинение.

Анна Андреевна. Я сейчас догадалась.

Марья Антоновна. Ах, маменька, там написано, что это господина Загоскина сочинение.

Анна Андреевна. Ну вот: я и знала, что даже будешь спорить.

Хлестаков. Ах да, это правда, это точно Загоскина; а есть другой «Юрий Милославский», так тот уж мой.

Анна Андреевна. Ну, это, верно, я ваш читала...»

Рассмотрим языковые высказывания двух видов: *Я это написал* (θ_1) и *Загоскин — автор «Юрия Милославского»* (θ_2). Первое сообщение (θ_1) утверждает, что x — источник сообщения θ_1 , ранее был источником некоторого письменного сообщения θ_k (обозначено эгоцентрическим словом *это*). Во втором предложении (θ_2) утверждается, что лицо y , носящее собственное имя Загоскин, является автором письменного сообщения θ_l , известного под заглавием «Юрий Милославский». Сходство обоих высказываний, θ_1 и θ_2 , заключается в том, что оба они утверждают связь автора (источника) с некоторыми сообщениями. Различие между ними состоит в эгоцентрическом характере высказывания θ_1 . Каждое из этих высказываний может быть записано на логическом языке с помощью йота-оператора: обозначая автора (источник сообщения) как A , можно записать

$$\begin{aligned}\theta_1 &\text{ как } (1x)(Ax\theta_k) \ \& (1x)(Ax\theta_l) \text{ при } \theta_k \neq \theta_l \\ \theta_2 &\text{ как } (1y)(Ay\theta_l)\end{aligned}$$

Различие между θ_1 и θ_2 обнаруживается в логической записи, из которой видно, что в θ_1 утверждается двойное авторство x — по отношению к θ_k и к θ_l . В θ_2 утверждается, что существует один и только один индивид, который является автором θ_l — «Юрия Милославского» и этот индивид тот же самый, что и Загоскин (на специальном языке математической логики можно сказать, что у имен *Загоскин* и *автор «Юрия Милославского»* — один денотат). Хлестаков сперва нарушает эту предпосылку правильного понимания языка, а потом выходит из положения, объявляя, что есть два разных романа с таким названием, а у них два автора: у одного (θ_l) — Загоскин, а у другого (θ_k) — сам Хлестаков.

Следует подчеркнуть, что исключительная сложность и величина сообщения типа θ , составляющего целую книгу, делает в принципе невозможной в логической записи передачу всего такого сообщения в знаковых кавычках ($\ulcorner \theta \urcorner$), т. е. передачу прямой речи. Это касается не только письменного сообщения, но и достаточно обширных устных. Следовательно, утверждения авторства относятся обычно не к самим сообщениям, а к другим индивидуальным объектам, их обозначающим (к заглавиям на письменном естественном языке).

Той же практической невозможностью повторить все сообщение в целом объясняется то, что в библиотечных каталогах

большинстве справочно-библиографических изданий письменные сообщения кодируются условно их заглавиями и авторами. Именно это и создает те особые трудности переработки растущего множества научных изданий, для частичного преодоления которых издаются реферативные журналы и разрабатываются информационно-логические машины.

ПАМЯТЬ КУЛЬТУРЫ

Современное общество характеризуется наличием специальной памяти коллектива (в частности, книгохранилищ, архивов, дискотек, фильмотек и т. п.). В ней хранится огромное число письменных и иных сообщений с указанием их авторов. Количество и сложность всего этого массива сообщений вызвало к жизни документалистику — дисциплину, изучающую этот массив и способы его организации (в документалистику в широком смысле входит библиотечное и архивное дело и книговедение).

Ученый, работающий в какой-либо из бурно развивающихся областей современного знания, решает задачу, отчасти сходную с описанной выше моделью сеанса игры со многими партнерами (в режиме разделенного времени). Но число партий, разыгрываемых ученым, обычно существенно больше, чем при повседневном устном общении. Он должен постоянно следить за потоком научных сообщений в своей области и нескольких (а иногда и многих) пограничных с ней областях.

Трудности усугубляются разнообразием языков, на которых эти сообщения печатаются, многочисленностью (иногда и редкостью) соответствующих журналов. Поэтому естественна попытка облегчить труд ученого: часть этой непосильной вспомогательной работы перелagается на вычислительную машину. Предполагается, что сообщения в какой-либо определенной области (например, в органической химии, где существенную трудность может представить обнаружение вновь синтезированного соединения в списках уже ранее описанных) могут храниться в информационно-логической машине (или комплексе таких машин), к которой ученый может по мере необходимости обращаться за справками. Число конкретных достижений за 20 с лишним лет напряженной работы в этой области еще не очень велико, хотя в ряде стран машины помогают уже в обработке патентов и в решении некоторых других задач, связанных с поиском информации в большом массиве документов. Уже начинают выходить научные журналы (например, американский «Журнал вычислительной лингвистики»), приспособленные к обработке на машинах.

Размеры всей информации, накопленной в печатных изданиях

и рукописях человечеством, до настоящего времени оцениваются примерно как 10^{14} бит (двоичных единиц информации). Этот расчет, предложенный чл.-корр. АН СССР Н. С. Кардашевым [129], основан на том, что общее число всех печатных изданий и рукописей на Земле составляет около 10^8 ; в каждой из книг содержится в среднем 10^6 бит (что равно среднему объему оперативного запоминающего устройства современной вычислительной машины). Однако несомненно, что значительная часть этой информации может быть представлена существенно более сжатым образом, что в первом приближении дает величину порядка 10^{11} бит.

Число нейронов в мозге каждого человека превышает 10^{10} , а согласно новейшим данным число нейронных соединений существенно превышает число самих нейронов, доходя до 10^{15} — 10^{16} . Поэтому современные работы по оценке информации, накопленной всем человечеством, приводят к неожиданному и парадоксальному результату: вся эта информация в принципе может быть усвоена и переработана мозгом одного человека.

Но эта возможность, теоретически существующая, реализуется в известной мере только у немногих людей. Для более широкой реализации этих потенциальных возможностей необходима более разумная организация всего комплекса наших знаний.

Эта же задача ставится и при использовании вычислительных (в частности, информационно-логических) машин для хранения научной информации. Ясно, например, что оперативную память машины объемом порядка 10^6 бит было бы неразумно занимать одной книгой, которая при введении ее в машину на естественном языке заполнила бы весь этот объем. Между тем для переработки научной информации этот наименее экономный способ оказывается и наименее эффективным.

Машина может успешно оперировать с этой информацией в случае ее представления на особом искусственном языке, который вместе с тем позволил бы и гораздо более сжато хранить в машине весь этот объем данных. Задача, следовательно, сводится к разумной перекодировке накопленного массива информации: книгу имеет смысл держать не в виде той (буквенной) информации, которая характерна для левого полушария (а именно количество этой информации и можно оценить в битах), а в виде комплекса значений, специфических для правого полушария (и представляющих существенные трудности для количественной оценки).

Основная трудность усвоения всей этой информации как машиной, так и одним человеком, заключается в том, что до сих пор она сохранилась и передавалась не в виде единой системы знаний, а в качестве суммы текстов разных авторов. Научная ин-

формация в библиотеках хранится в виде множества сообщений $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$, при $n \rightarrow \infty$), принадлежащих определенным авторам. Внутри каждого такого сообщения содержится обычно значительное число повторений (в пересказе или в цитатах) предшествующих сообщений. Текст θ_m содержит обычно ссылки на тексты $\theta_j, \theta_{j+1}, \dots, \theta_{m-1}$ или частичное (а иногда и полное) повторение этих текстов. В некоторых гуманитарных науках сообщения о предшествующих сообщениях составляют существенную часть всего научного текста; то же самое относится и к обзорным статьям или монографиям по любой области знания

Уже этим обусловливается значительное число повторов, делающих существенную долю научных текстов избыточной. Повторы нельзя считать оправданными даже и с точки зрения помехоустойчивости сообщений при их передаче во времени: история науки показывает, что чаще всего такие повторяющиеся от работы к работе (и в этом смысле помехоустойчивые, легко доходящие до следующих поколений) утверждения позднее оказываются устаревшими (а в конечном счете ложными), тогда как единичные (и не повторяющиеся в других трудах) высказывания в дальнейшем могут подтвердиться и найти развитие.

В качестве примера можно вспомнить о судьбе многочисленных идей Лейбница, который, по словам Винера, был предшественником кибернетики, и, как теперь признается многими, — предвестником также и современной математической логики, семиотики, новейшей лингвистики. Большинство наиболее замечательных мыслей Лейбница частично оставались в рукописи еще долгое время после его смерти, и лишь недавно — больше, чем через 200 лет после его смерти — были изданы и изучены во всем объеме. Сходная судьба характерна и для наследия другого предшественника семиотики — американского логика Перса.

Авторитет одного определенного автора может привести к тому, что именно его высказывания полностью или частично воспроизводятся в последующих текстах других авторов. Циркуляция одних и тех же сообщений в системах передачи информации может иметь отрицательные последствия. С кибернетической точки зрения их можно сравнить с механизмом возникновения индивидуальных нервных расстройств при воспроизведении мозгом одного и того же травмирующего сообщения, т. е. при повторении травмы, повторно воспроизводимой центральной нервной системой.

Наука новейшего времени стремится (часто еще стихийно) к стиранию личности автора и к построению единой надличной системы информации. Достижение этой цели и означало бы выход из того информационного кризиса, к которому ведет накопление научных и технических сообщений отдельных авторов.

Поскольку каждое научное сообщение (не исключая и тех относительно редких, которые означают введение принципиально новой точки зрения на данный предмет) в существенной степени опирается на результаты всех предшествующих, само понятие авторства по отношению к научным сочинениям в известной мере проблематично. Информационно-логическая машина, в которую заложен накопленный массив сведений в определенной области знания, при вводе в нее некоторых вновь опубликованных сообщений на те же темы может определить, что они не содержат никакой новой информации. Если в соответствующих статьях на естественном языке и будут содержаться эгоцентрические высказывания типа «я установил, что», «мы полагаем...» и т. д., соответствующие дескрипции из логической записи на последующих этапах работы машины должны быть устранены. Уже поэтому представляется, что для общения с информационно-логическими машинами эгоцентрические слова естественных языков не должны играть существенной роли.

Приписывание авторства любого текста определенной личности, оформляющей окончательно эти тексты на естественном языке перед их сдачей в печать, может быть временной особенностью некоторого типа культуры. Это несколько не более обязательно, чем характерная для языков Меланезии передача названий предметов с грамматическими характеристиками неотъемлемой принадлежности. Категория принадлежности, характерная для левого полушария, может прилагаться к любым объектам.

Понятие авторства, через которое в дескрипциях могут быть определены другие эгоцентрические слова, само оказывается логически трудно определимым. По отношению к любому научному тексту можно было бы говорить только о некоторой количественной доле авторства отдельного ученого (применительно к содержанию, остающемуся после перевода данного сообщения с естественного языка на искусственный, например, информационно-логический). Но и задача точного определения такой доли сильно затрудняется тем, что часто почти одновременно ученые приходят к одним и тем же результатам (иногда частично зная о направлении работ своих коллег).

ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В БЕСПИСЬМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Современная культура хранит в памяти всего общества такую массу письменных сообщений определенных авторов, число которых превышает возможности запоминания одного индивидуального человеческого мозга (хотя один мозг и был бы в состоянии запомнить реальный информационный запас куль-

туры при более разумном его кодировании). Это неудобство кодирования, ошибочно называемое «информационным взрывом», составляет особенность человеческой культуры только на протяжении последнего периода ее развития. Объем письменной памяти составляет отличие обществ, широко использующих письменность (начиная с переднеазиатских цивилизаций III—II тысячелетий до н. э.), от более ранних культур.

Промежуточный этап можно наблюдать, изучая такие ранние письменные архивы, как, например, клинописную библиотеку хеттских царей XIV—XIII вв. до н. э. из Хаттусаса (современное селение Богазкей в центре Турции недалеко от Анкары). На протяжении полутысячелетнего существования хеттской клинописи было накоплено значительное число текстов — по приблизительным подсчетам примерно четыре тысячи клинописных текстов с различными названиями, из которых до нас дошло около седьмой части. Каждый из этих текстов состоял из нескольких глиняных табличек, покрытых тысячами клинописных знаков; следовательно, всего несколько миллионов клинописных знаков, каждый из которых содержит несколько десятков бит, поэтому общий объем клинописной информации может оцениваться как величина порядка 10^8 бит.

Вся обширная литература, записанная особой иероглифической письменностью на дереве, погибла при пожарах городов. Существовали уже и зачатки позднейшей документалистики. Многочисленные писцы (в текстах упоминается более сотни писцов с разными именами) переписывали древние тексты (до нас дошло множество дубликатов одного текста), записывали новые, следили за порядком и сохранностью архива. Сохранились составленные писцами каталоги, где при заглавии текста (часто обозначавшегося первой его строкой, например, «Когда я вызываю призрак мертвого») стоит имя лица, выступающего в качестве автора, а также приводятся сведения о сохранности табличек в архиве. Например, одна строка из каталога хеттских таблиц выглядит так: *Одна клинописная глиняная табличка: слова Туннавиц, Старой Женщины — жрицы. «Когда я вызываю призрак мертвого». Табличка не заканчивает текста, но мы не нашли последней его таблички.* Из этого видно, что хеттские писцы уже использовали способ сокращенного обозначения всего текста другим, индивидуальным знаком — его заглавием в сочетании с указанием автора.

Старая Женщина — жрица совершала обряд, произнося при этом текст заклинаний, во многом традиционный и принадлежавший ей во всяком случае не в большей степени, чем современному популяризатору науки принадлежат излагаемые им идеи. Слова «я вызываю призрак» не ею были изобретены впер-

вые. Тем не менее ее имя было обозначено в каталоге (и в самом тексте — обычно в начале его, и в заглавии, помещавшемся в конце) как имя автора. Представление об авторстве в том расширенном смысле, в каком оно сохраняется до нашего времени возникает почти одновременно с письменностью

Бесписьменные общества характеризуются исключительной прочностью культурных, религиозных, социальных традиций. При отсутствии тех искусственных средств передачи информации во времени, которые появляются после изобретения письменности, эта передача в основном осуществляется посредством запоминания и повторения сочетаний слов устного языка. Лучше всего они запоминались в составе поэтического сочинения, которое исполняли под музыку.

Единство поэтической и музыкальной формы (предполагающее участие в запоминании правого полушария) используется и как прием мнемотехники (техники запоминания), что до сих пор можно наблюдать у исполнителей древнейших религиозных гимнов — «Вед» в Индии. В Индии письменность вошла в широкое употребление достаточно поздно (на рубеже нашей эры), а науки (такие, как лингвистика, поэтика, логика, математика, астрономия) развились за полтысячелетия до этого. Древнейшие индийские научные трактаты (даже пользовавшиеся особой системой устных условных обозначений, например лингвистических) первое время существовали только в устной традиции. В устной передаче сохранились и имена авторов этих трактатов

В бесписьменных обществах в памяти каждого из специально выделенных членов общества хранится значительное количество текстов устной народной словесности. Для кибернетики, занимающейся проблемой объема запоминающего устройства человека, важны данные о размерах такой индивидуальной памяти в бесписьменных обществах. По подсчетам собирателя беломорских былин А. В. Маркова, знаменитая северно-великорусская сказительница М. А. Крюкова пропела ему 10300 стихов. Как заметил в своей книге об узбекском героическом эпосе акад. В. М. Жирмунский, хорошие узбекские сказители могли исполнить в среднем около 30 дастанов, в каждом из которых было несколько тысяч стихов. Рекордной памятью отличался узбекский сказитель Пулканшаир, знавший до 70 дастанов (т. е. несколько сот тысяч стихов). В каждом стихе (строке) содержится несколько десятков двоичных единиц информации. Следовательно, максимальный объем запоминающего устройства можно оценить как величину порядка 10^7 бит (на основании экспериментально-психологических данных предел долговременной памяти человека оценивался как 10^9 бит).

Иначе говоря, предельный объем индивидуальной памяти

при устной передаче информации в бесписьменных обществах сопоставим с памятью одной современной вычислительной машины новейших образцов и с предельным объемом памяти всего коллектива (количеством информации, содержащимся во всем множестве письменных сообщений) в таких раннеписьменных обществах, как хеттское.

Выигрыш при переходе к письменной передаче информации заключается не в передаваемых количествах информации, а в ее качестве. Во-первых, с самого начала существования письменности она использовалась для записи различных языков (и даже преимущественно именно для записи необычного, чужого или мертвого священного языка). Так, в клинописном архиве хеттских царей были найдены тексты на семи разных языках. Во-вторых, письменность позволяет в принципе сохранить в памяти общества текст, резко отличающийся от всех, принятых в данном обществе, и в этом смысле характерный именно для его автора.

Среди дошедших до нас 600 текстов хеттского архива из общего числа 4000 всего лишь два или три текста можно охарактеризовать как носящие отпечатки творческой индивидуальности, тогда как остальные следуют общепринятым клише. По существу в этот период записываются многие тексты, еще достаточно близкие к фольклорным. Но если фольклор в принципе обращен ко всем членам небольшого племени, то письменность в ранний период использовалась очень узкой группой лиц, принадлежавших к жречеству и другим высшим социальным слоям. Поэтому появление письменности в начале (и в течение очень большого отрезка времени) не означало обычно и расширения круга лиц, пользующихся информацией.

Существенное отличие бесписьменной фольклорной традиции от современной письменной литературы можно пояснить ссылкой на научно-фантастический роман Р. Брэдбери «451° по Фаренгейту». В этом романе (и в одноименном фильме Трюффо) тоталитарный режим преследует всех, у кого обнаруживают книги, книги же безжалостно сжигают. Немногочисленные любители книг, которым удается сбежать из этого книгоненавистнического ада, для сохранения художественной литературы делят ее между собой. Каждый из них выучивает какое-нибудь одно произведение (или книги одного какого-нибудь автора) и заменяет другим книгу, которая легко может погибнуть. Такая специализация функций напоминает устройство Муравейника, где один из муравьев может служить как бы бочкой для других членов сообщества: они наполняют его до краев медом, который он может срыгивать, когда его товарищи хотят полакомиться. Точно так же в чудовищной социальной утопии Брэдбери мозг человека-книжки до краев переполнен тем авто-

ром или той книгой, которой его начинают. Из этого видно, что письменной литературе уже не суждено снова стать фольклором.

ТВОРЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ ЧЕЛОВЕКА

Уже и изучение фольклора позволяет думать, что способности человека обнаруживаются не в пассивном запоминании, а в творческом воспроизведении. Как бы много ни мог запомнить человек, творческий характер его памяти препятствует пассивному запоминанию обширных письменных текстов: левое (речевое) полушарие не столько запоминает тексты, сколько создает их заново.

С. В. Шерешевский мог запоминать длинные списки из тысячи слов, в том числе бессмысленных, и воспроизводить их через большие промежутки времени. Не зная итальянского языка, он запомнил со слуха первую строфу «Божественной комедии» и воспроизвел ее по памяти без ошибок 15 лет спустя. Его память была связана с правым полушарием. Воспоминание он описывал как «легкое щекотание в левой руке» [38, с. 19]. Но ему трудно было запоминать длинный связный текст на родном языке. Как он сам объяснял, «каждое слово вызывает образы, и они находят друг на друга, и получается хаос» [38, с. 38]. Именно потому, что память речевого (левого) полушария — творческая и образная, запоминать можно только добавляя от себя, как это и делают сказители. Запоминать полностью длинные письменные тексты люди (особенно люди творческие) не умеют. Достаточно напомнить о предельном проявлении этого: Достоевский начисто забывал собственные романы. Когда он дописывал «Преступление и наказание», ему пришлось заново его перечитать, потому что за время сочинения романа он запамятовал его начальные главы. Напротив, удивительные примеры запоминания больших музыкальных произведений представляет память таких композиторов, как Шостакович (видимо, речь идет о способностях правого полушария).

При колоссальном запасе творческого потенциала человека его возможности пассивного запоминания словесных текстов несопоставимо малы, в особенности у взрослого. Запоминать целые тексты на естественном языке легче всего в раннем возрасте (т. е. до того времени, когда завершилось разделение функций обоих полушарий). Опыт обучения подтверждает, что когда человек действительно усваивает опыт предшествующих поколений, он делает это, сам решая задачи, а не зазубривая наизусть тексты. Культуры, ставящие своей целью усвоение на память обширных текстов, превращают почти целую человеческую жизнь в подготовительный период учения, как в старом Китае,

где нередко подготовка к экзаменам длилась до старости (хотя иероглифический характер письма и должен был облегчать запоминание для правого полушария; в этом смысле частично оправдана идея соотнесения восточной культурной традиции с правым полушарием у Орнштейна) [130] *.

Характерно, что даже предельная величина (10^9 бит), полученная в экспериментальной психологии для объема долговременной памяти человека, на несколько порядков меньше предполагаемой информационной способности мозга в целом. Уже это делает необходимым существование при мозге и внешней пассивной памяти. Первые попытки создания такой памяти вовне начались с самого раннего периода истории *Homo sapiens* — такова была уже в верхнем палеолите функция рисунков и других знаков (в том числе счетных), зарубок и т. п. (ориентированных, как позднее письменность, на зрительно-пространственные способности правого полушария).

Появление письменности, и в особенности книгопечатания, означало создание такой долговременной памяти, которая в принципе ничем не ограничена. Вместе с тем книги являются социализированной памятью всего коллектива. Поэтому, например, сообщество ученых, пользующихся единой библиотекой, с кибернетической точки зрения можно сравнить с такой вычислительной системой, внутри которой разные вычислительные машины, разобщенные пространственно, связаны с единым долговременным запоминающим устройством.

Исследователь, работающий в области таких гуманитарных наук, которые, как лингвистика, предполагают обращение к многочисленным изданиям древних текстов, словарям и справочникам, практически неотделим от своей подсобной библиотеки (и связанных с ней картотек и систематизированных выписок). Хорошую кибернетическую аналогию системе, образуемой исследователем и его библиотекой, представляют современные машины с оперативными запоминающими устройствами порядка 10^6 бит при внешних запоминающих устройствах со свободным доступом общей емкостью 10^8 — 10^9 бит.

Уже вскоре после изобретения книгопечатания в XVI в. Сервантес в «Дон-Кихоте» описывает своего героя, чья библиотека в 100 томов (общий объем информации порядка 10^8 бит), по

* С правым полушарием Орнштейн соотносит и практикуемое в некоторых восточных традициях включение от внешней среды [130], аналогичное состоянию при гипнозе, связываемому с правым полушарием [24, с. 269]. Но в обоих случаях речь идет о негативном прерывании связей с внешней средой, которыми занято правое полушарие, поэтому в этих именно состояниях особое значение приобретает левое полушарие, что видно из роли слов гипнотизера.

мнению окрестных жителей, составляла единое целое с Дон-Кихотом; поэтому, желая избавить его от предполагаемой психической болезни, священник и цирюльник сжигают книги и замуровывают самое помещение библиотеки.

Современный интеллигентный человек немыслим вне того продолжения его памяти, которое представляют собой книги (с той существенной оговоркой, что число их должно быть разумно ограничено теми, в которых содержится реальная информация; здесь кое в чем можно согласиться и с цирюльником из романа Сервантеса). По-видимому, в самом близком будущем едва ли не еще более важное подспорье для памяти при поиске нужной научной и технической информации могут представить и вычислительные машины, особенно информационно-логические. Они могут в гораздо большей степени, чем каталоги книгохранилищ и библиографические реферативные журналы, облегчить трудоемкий процесс управления памятью.

Отличие машин от книг может состоять, в частности, в безличном характере содержащихся в них сведений. По контрасту с безличным (надличным) характером научной информации, содержащейся в машинах, книги могут приобрести подчеркнуто субъективный характер. Это можно сравнить с ролью фотографии для развития нефигуративной живописи.

Увеличение возможностей памяти всего коллектива (в том числе и с помощью вычислительных машин) может иметь существенное значение для высвобождения творческих возможностей мозга. Показательно, что приведенные выше предельные числа, характеризующие связные тексты, запоминаемые сказителем, существенно меньше и возможностей человеческого мозга в целом, и информационных параметров культуры. Поэтому увеличение внешней пассивной памяти отдельных лиц и целых коллективов при возможности управлять памятью может привести к реализации тех творческих способностей мозга, которые недостаточно использовались в дописменных и домашних культурах. Сопоставление современной культуры с дописменной фольклорной традицией позволяет лучше выявить их различия.

Для сказителя произносимый им текст в очень большой степени существует заранее, хотя в его памяти чаще всего хранятся не весь текст, а основные формулы (штампы), из которых он монтируется, и общая его схема. Но монтирование текста по этой схеме осуществляется со скоростью, превосходящей скорость обычного говорения. Можно думать, что речь идет об автоматизированном процессе. Этот термин следует понимать буквально: скорость, с которой сказочники или сказители воспроизводят текст (совершенно при этом не уставая несмотря на возраст, часто преклонный), находит аналогию в выводе текста

из вычислительной машины. Процесс сказительства прерывается с гораздо большим трудом, чем обычное говорение. Автору вспоминается, как во время экспедиции на Енисей ему и его изнемогавшим от усталости товарищам по экспедиции пришлось по-сменному записывать тексты, без усталости произносившиеся пожилой сказочницей — кеткой, которая никак не хотела прервать свои многочасовые рассказы.

В фольклоре задана и тема, и способы ее воплощения. Поэтому можно согласиться с тем определением, которое (на основании фольклора) дают литературе американские лингвисты Джуз и Хоккет: «В каждом обществе, известном истории и антропологии, с одним незначительным исключением, имеются некоторые речевые произведения, короткие или длинные, которые все члены общества согласно оценивают положительно и которые, по их желанию, должны повторяться время от времени, преимущественно в неизменном виде» [131]. Такое же отношение к устной литературе есть и у детей, которые требуют, чтобы им повторяли один и тот же рассказ без изменений.

«Незначительное исключение», о котором говорят Хоккет и Джуз, — это европейская и американская литературы нового времени. Но и в них классические произведения, положительно оцениваемые всеми читающими членами общества, находятся в распоряжении каждого, который их может повторить для себя — перечитать. Разница состоит, однако, в стремлении к появлению таких новых произведений, которые несут наибольшую информацию в точном смысле слова, т. е. не похожие ни на одно из ранее существовавших (Лев Толстой в этом видел характерную черту всех лучших произведений русских писателей XIX века — от «Мертвых душ» Гоголя до «Записок из мертвого дома» Достоевского).

Однако парадоксальным образом авторы наиболее оригинальных из таких сочинений несколько не настаивают на сугубо личном характере своего авторства. Достаточно привести только одно свидетельство — надпись Пастернака Асееву на книге стихов «Сестра моя жизнь», которую Пастернак посвятил Лермонтову: «Передаю я тебе эту сестру твою, твою столько же, сколько и мою. Это не «третья моя» книга: она посвящена тени, духу, покойнику, несуществующему; я одно время серьезно думал ее выпустить анонимно; она лучше и выше меня» [132, с. 762]. Автор, осознающий значимость своего произведения и себя самого через него оценивающий (как Блок, кончивший «Двенадцать» и сделавший в записной книжке 29 января 1918 г. запись *Сегодня я — гений*), вместе с тем может ощущать дистанцию между произведением и собой как его автором («Сегодня, когда я пишу, — я гений») и самим собой вне этого

произведения («Пока не требует поэта к священной жертве Аполлон») Характерен псевдоним, под которым Иннокентий Анненский при жизни печатал свои стихи: Ник. Т-о (= никто). Когда Пушкин обращался на ты к своему «новорожденному творенью», в этом было осознание его значимости — оно начало жить своей жизнью, отдельной от жизни автора.

Такая литературная традиция уходит своими корнями в самый начальный период существования письменной литературы. Еще на Древнем Востоке, в Вавилоне и прилегающих странах, существовали письма к богам молитвы, которые считались письменными посланиями от человека (например, царя) к богу. Посылая такое письмо, человек наставлял свое сочинение как настоящего посланца: «Пойди и скажи вот что моему божеству...» Среди таких древних текстов обнаруживаются и литературные сочинения высокого художественного и философского достоинства. Пока произведение недостаточно значительно, повторяется схема фольклорного воспроизведения штампа, как в стихах Мандельштама:

И снова скальд чужую песню сложит
И как свою ее произнесет.

Когда же произведение оказывается значительнее окружающей его литературы (и литературы предшествующей), оно внушает и своему автору чувства, заставляющие его относиться к нему как к особому самостоятельному явлению. В первом случае авторство сомнительно из-за того, что произведение во многом следует сложившейся традиции, во втором случае автор сам сомневается в том, вправе ли он считаться автором.

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ СООБЩЕНИЯ

Еще на раннем этапе занятий кибернетикой в нашей стране в 1957 г. акад. А. Н. Колмогоров обратил внимание на то, что к числу высоко организованных систем можно отнести не только человека и вычислительную машину, моделирующую некоторые его функции, но, например, и симфонию Баха.

Уникальность всякого произведения подлинного искусства ведет к практической невозможности постановки задачи статистического определения количества информации в нем (хотя саму тенденцию к созданию таких произведений и можно было бы описать как стремление к отбору текстов, несущих максимальное количество информации). Если имеет смысл задача статистического определения информации во всем множестве телеграмм на русском языке или даже во всем множестве технических статей по определенной теме, то аналогичная задача не может быть поставлена, например, по отношению к «Войне и

миру». Не существует такой статистической совокупности, в которую это сочинение входило бы в качестве одного из многочисленных его членов [133].

Отчетливое понимание этой особенности художественной литературы (как и других видов искусства) привело А. Н. Колмогорова к такому изложению основ теории информации, которое избегает обращения к теории вероятностей. Вместе с тем понятия «энтропии» и «количества информации» оказываются при этом применимыми к индивидуальным объектам (в частности, к тем сообщениям, которые являются произведениями художественной литературы или других видов искусства) [133].

Энтропия $H(x/y)$ понимается как минимальная длина (l)

такой программы P , которая позволяет построить индивидуальный объект x по заранее заданному объекту y :

$$H(x/y) = \min l(P).$$

Условная энтропия $H(x/y)$ (энтропия объекта x относительно объекта y) может пониматься как количество информации, необходимое для построения x при данном y . Если обозначить посредством ϕ «заведомо заданный объект», то может быть определена безусловная энтропия:

$$H(x/\phi) = H(x).$$

Информация в объекте y относительно x определяется как разность безусловной энтропии $H(x)$ и условной энтропии $H(x/y)$:

$$I(x/y) = H(x) - H(x/y).$$

Тогда

$$I(x/x) = H(x).$$

Благодаря такому толкованию теории информации центральным становится понятие сложности (длины) программы P , по которой строится индивидуальное сообщение θ [134, 135]. Современная математическая теория стиха, позволяющая приближенно оценить сложность программы построения стихотворного текста, может быть одной из иллюстраций подобного подхода к индивидуальным сообщениям

По словам А. Н. Колмогорова, наиболее простым способом моделирования процесса написания поэмы Пушкина было бы повторение самого этого процесса. Сходным образом, по мысли Дж. фон Неймана, сложность зрительного аппарата головного Мозга не позволяет дать такое его описание, которое было бы проще его самого. Развитие этих идей привело Дж. фон Неймана к исследованию автоматов такой сложности, при которой создание объекта проще, чем его описание. Пользуясь введенными выше понятиями, можно сказать, что безусловная энтропия $H(x)$ оказывается не меньше длины самого объекта x :

$$H(x) \geq l(x).$$

Отсутствие закономерности, которая позволила бы задавать такие объекты программой, более короткой, чем они сами, позволяет говорить в таких случаях об их случайном характере.

Создаваемая в последние годы теория вычислений на машинах с определенными ограничениями на способ вычисления, в частности на время, дает возможность точно поставить вопрос о соотношении между искусственным языком и тем автоматом, который этим языком пользуется.

Проблему можно пояснить изложением двух возможных подходов к таким предельно сложным индивидуальным сообщениям θ_x , для которых

$$H(\theta_x) > t(\theta_x).$$

Можно пробовать оценить величину $l(\theta_x)$ и соответственно сложность программы P , нужной для построения θ_x , или же автомата M_{θ_x} , необходимого для построения такой задачи. Идя по этому пути, А. Н. Колмогоров сделал вывод о неосуществимости задачи моделирования на машинах процесса писания «Евгения Онегина»: «заменить» Пушкина могло бы только астрономическое число вычислительных машин, которые бы заняли пространство от Москвы до Ленинграда и работали бы непрерывно несколько лет. Бережное воспитание поэта для общества оказывается единственным оправданным способом решения такой задачи.

Другой подход к проблеме предельно сложных сообщений развивается в исследованиях, посвященных возможным контактам с внеземными цивилизациями. Чл.-корр. АН СССР Н. С. Кардашев разработал принятую многими специалистами в этой области классификацию типов цивилизации по уровню их технологического развития.

Первый тип близок к тому, который достигнут на Земле. Потребление энергии в цивилизациях этого типа составляет величину порядка $4 \cdot 10^{19}$ эрг/с (из этого видно, что еще существуют огромные возможности увеличения информационного запаса человеческой культуры в пределах ее энергетических возможностей). Цивилизации второго типа — это такие цивилизации, которые овладели энергией своей звезды (в случае Солнечной системы — энергией Солнца). Они потребляют энергию порядка $4 \cdot 10^{33}$ эрг/с. Цивилизации третьего типа овладевают энергией своей Галактики и потребляют около $4 \cdot 10^{44}$ эрг/с [129, с. 39]. Теоретически возможные цивилизации четвертого типа, овладевшие энергией в масштабе комплекса Галактик, в этой схеме не рассматриваются.

Исследования возможностей контакта с цивилизациями второго и третьего типа показывают, что массивы всей письменной

информации, накопленные человеческой культурой (порядка 10^{14} бит) могут быть переданы при полосе частот 1000 МГц за 10^5 с (немногом более суток), а существенные результаты, содержащиеся в этих массивах (порядка 10^{11} бит) — за 100 с [129, с. 47]. Для сопоставления можно напомнить, что информация порядка 10^9 бит (предельный объем пассивной долговременной памяти человека) может быть введена в вычислительную машину из другой вычислительной машины за 20 мин.

По отношению к цивилизациям третьего типа (и тем более четвертого) предполагаются достигнутыми способы генерации импульсов сверхгигантской амплитуды при неизбежной сверхкраткой длительности. Остается открытым (и доступным для обсуждения только в плане научной фантастики) вопрос о том, имеет ли смысл говорить о возможности рассмотрения человеческого мозга как потенциального приемника таких сверхкоротких импульсов.

Но принципиальная возможность принятия подобных импульсов человеческим мозгом может быть сопоставлена с многократно описанным в истории культуры фактом «одномоментной» переработки мозгом одного человека огромного массива информации. Это могло бы представить значительно больший интерес, чем распространенная в популярной (а отчасти и научной) литературе (и даже в кино) фантастическая тема былых посещений Земли пришельцами из Космоса.

Авторы подавляющего большинства тех (относительно немногочисленных) произведений, которые определяют вершины человеческой культуры, склонны были, не преувеличивая своих личных заслуг, связывать возникновение этих текстов с такой «одномоментной» переработкой (или приемом) больших массивов информации. Поэтому остается неизвестным, действительно ли правы те специалисты по космической связи, которые предполагают, что приемники на Земле никак не реагируют на сверхкороткие импульсы, которые, возможно, посылают обогнавшие нас в своем развитии разумные существа [136, с. 254]. По альтернативной гипотезе, такие импульсы оставили существенный след в истории человеческой культуры. На этом пути можно искать и естественно-научный подход к понятию гениальности.

Исследования в области контактов с неземными цивилизациями предполагают, что некоторые последовательности сигналов из Космоса относятся к числу осмысленных сообщений. Трудность их дешифровки видна из того, что каждое такое сообщение, посланное одной из цивилизаций второго или третьего типа, вероятно, характеризуется энтропией $H(\theta) > I(\theta)$. Поэтому с точки зрения наблюдателя на Земле они будут описаны как

случайная последовательность сигналов. Усмотреть в такой как бы случайной (с нашей точки зрения) последовательности осмысленное сообщение представляет собой задачу значительно более сложную, чем дешифровка любого сообщения на естественном языке.

С отличиями энергетического свойства между цивилизациями первого и третьего типов могут быть связаны и различия в характере устройств, кодирующих сообщения, и самих кодов — систем знаков, которые всегда зависят и от характера устройства, ими пользующегося.

Голландский ученый Фрейденталь разработал язык для общения с космосом «Линкос», в большой мере основанный на особенностях математики, сложившейся в человеческом обществе. В частности, серия передач в космос по математике и логике должна начинаться с «урока», посвященного натуральному ряду. Но многократно повторяющееся различными математиками утверждение о первичности натурального ряда (по словам Кронекера, «целые числа создал Господь Бог, все остальное — творение рук человеческих») может быть связано с некоторыми специфическими особенностями человеческого мозга и человеческих языков (как естественных, так и искусственных, включая языки математики, ср. [137]). Теоретически мыслимы такие системы, для которых последовательные операции, столь существенные для естественных и искусственных языков и вычислительных машин, как и для левого полушария мозга, могут вообще не играть роли.

Системы (такие, как цивилизации третьего и четвертого типов), способные к одномоментной передаче огромных массивов информации, могут в принципе не знать построения последовательностей (слов или других знаков, в частности, натуральных чисел) во времени (поэтому и логический вывод в том виде, в каком он существует в искусственных языках, для такой системы едва ли понятен). Можно предположить, что такая система может легко построить правила перевода любых последовательностей знаков в сообщение, устроенное принципиально «вневременным» образом, но обратное (возможность перевода любого такого сообщения в последовательность знаков) заранее не очевидно.

Мозг человека отличается от современных вычислительных машин, совершающих в основном последовательные операции, тем, что он может одновременно решать большое число параллельных задач. Можно представить себе систему очень большого объема, существенно более ориентированную на решение параллельных задач, чем человеческий мозг. Дешифровка сообщений такой системы потребует подхода, отличного от всех методов

анализа обычных естественных и искусственных языков. Любопытно, что наиболее ценные проявления человеческой культуры характеризуются таким использованием языка, которое можно описать как применение последовательности знаков для передачи одновременно нескольких сообщений (это и называется метафоричностью искусства; характерно определение всей математики как одной грандиозной метафоры у Винаера). В этих явлениях естественных языков можно видеть приближение к тем принципиально отличным от них видам передачи информации, которые могли бы быть характерны для цивилизаций третьего типа. Представляется возможным, что именно анализ особенностей правого полушария мозга может оказаться особенно важным для исследования проблем связи с внеземными цивилизациями. В этой связи можно опять напомнить роман Хойла «Черное облако», где мыслящее облако пользуется исключительно языком иероглифического типа.

Установленная в последнее время по клиническим данным зависимость эйфории от дефицита функций правого полушария мозга [25; НО] заставляет с особым вниманием отнестись к тем описаниям специфического состояния, предшествующего эпилептическому припадку, которые не раз давал Достоевский, основываясь и на собственном опыте, и на свидетельствах таких занимавших его исторических личностей, как Магомет. При этих состояниях эйфория, свидетельствующая о специфическом возбуждении правого полушария, самим больным может истолковываться и как особый вид коммуникации. Отличие в таких случаях фиктивной коммуникации (представляющей собой по существу, как и при упомянутых видах химической стимуляции мозга, вынесение вовне межполушарных связей) от реальной кажется исключительно важным.

Предложенная выше двухмашинная модель мозга в известной мере может быть связана с ограниченными возможностями современной кибернетики. Эта модель так же не может претендовать на полноту описания, как не могли логические схемы нервных сетей времени создания первых вычислительных машин. Даже если оставаться в пределах кибернетических систем, реализуемых в настоящее время, можно сослаться и на такую интересную модель, как дистанционное управление роботом-марсоходом, осуществляемое вычислительным комплексом на Земле. Модели такого типа могли бы оказаться полезными при обсуждении проблем связи с внеземными цивилизациями. В частности, интересную модель могло бы представить такое теоретическое построение, в котором допускается дистанционное управление передачей непрерывной информации в ту часть двухмашинного комплекса, которая моделирует работу правого полушария.

«Я» И ДРУГОЙ ЧЕЛОВЕК

Постановка вопроса об осмысленности части сигналов, получаемых из Космоса, возвращает человечество на новом витке развития к задачам, волновавшим его в ранние периоды истории культуры. Различение сообщений, поступающих от людей и являющихся индивидуальными знаками, от других сигналов, получаемых из внешнего мира, было относительно поздним достижением человека. Первобытные люди склонны были истолковывать все явления природы как осмысленные сообщения: закаты и грозы понимались ими как индивидуальные знаки. Разграничение наук о знаках (объединяемых общей наукой о знаках — семиотикой) и наук, исследующих незнаковые явления, было намечено еще в средние века. Но тем не менее в широкий обиход ученых это деление вошло сравнительно недавно. Во время работы семинара по общим проблемам теории языка, который вели совместно в Массачусеттском технологическом институте Нильс Бор и Роман Якобсон, оба этих крупнейших ученых противопоставляли по этому признаку предмет физики, изучающей сигналы, полученные приборами из среды, и лингвистики, занимающейся сигналами как частями осмысленных знаков*.

Различение существ, которые способны к передаче и приему знаковых последовательностей и поэтому могут считаться «одушевленными» (точнее «закононосными»), и всех остальных существ и явлений, занимало уже ученых древней Индии. Одному из крупных древнеиндийских логиков принадлежит весьма глубокий трактат на эту тему под характерным заглавием «Обоснование чужой одушевленности» (русский перевод этого трактата был издан акад. Ф. И. Щербатским). Автор трактата со стремлением к точности, предвосхищающим науку нашего века, описывает те внешние признаки поведения, по которым можно прийти к заключению о наличии у другого человека психической деятельности.

О неослабевающем внимании к этой проблеме мыслителей новейшего времени свидетельствует, например, раннее сочинение известного французского писателя Ж.-П. Сартра «Бытие и небытие» (1943 г.), одну из основных частей которого составляет раздел «Существование другого человека» («L'existence d'autrui»), рассмотренное Сартром с экзистенциальной точки зрения. В частности, Сартр подробно разбирает, как **язык и** остальные способы общения с другим человеком позволяют удо

* В человеческом мозге задача такого разграничения знаков и не-знаков отчасти решается чисто физиологически — левое полушарие ориентировано на звуки как части знаков-слов, правое — на все неречевые звуки (включая музыку).

стовериться в *его* существовании. Та тенденция развития современной математики и физики, которую Г. Вейль определил как движение «прочь от идеалистической точки зрения к «экзистенциальной» [119, с. 338], отчетливо сказалась в том, как сам Вейль формулирует проблему «чужой одушевленности»: «внутреннее осознание самого себя является основой моего понимания окружающих меня людей» [119, с. 358, 359, ср. 48].

Моделирование этих человеческих способностей на вычислительных машинах не только представляет один из наиболее важных кибернетических психологических экспериментов, но и необходимо для целого ряда важнейших применений машин четвертого поколения.

В качестве одного из наглядных примеров научно-фантастического характера можно сослаться на программу поведения марсохода-робота, разработанного в Калифорнийском технологическом институте совместно с Лабораторией реактивного движения. Робот снабжен телевизионными камерами и лазерным локатором, которые позволяют ему двигаться по местности и манипулировать с камнями. Но если представить себе, что на Марсе, кроме возможных примитивных форм жизни, сохранились и неизвестные нам высшие ее формы, такой робот начнет манипулировать и с ними как с камнями! Предполагаемое на разных этапах вмешательство человека может не успеть приостановить разрушительные последствия такой «манипуляции», тем более, что определение нечеловекоподобных высших форм жизни и для человека представляет крайне сложную задачу (ср. [81]).

Спускаясь с неба на землю, можно вернуться к роботу «Язон», предназначенному для уборки цехов предприятий. Робот снабжен механическими и ультразвуковыми датчиками препятствий, телекамерой и ультразвуковым локатором. Но это устройство само по себе не обеспечивает безопасность людей, которые работают с роботом (двигающимся со скоростью 3 м/с и весом 100 кг). На это указывают и создатели проекта.

Серьезная работа над программами, которые позволили бы машинам отличать людей (а вероятно, и животных и другие вычислительные машины) от всех остальных объектов и соответственно вносить коррективы в управление роботами, нужна не только для решения относительно несложных проблем техники безопасности.

На 1-й Международной конференции по проблеме связи с внеземными цивилизациями, состоявшейся в Бюраканской астрофизической лаборатории (Армения) в 1971 г., один из выступавших задал вопрос: «Разве не могут вычислительные машины четвертого поколения, разрабатываемые в настоящее время, приблизиться к столь сложной цели логических связей, кото-

рая бы породила недостатки, присущие современному человеку, — скажем, такие отрицательные черты, как честолюбие, алчность, зависть?» [136, с. 142]. В качестве примера приводилась ситуация взаимоотношений космонавта и машины во время полета на Юпитер, описанная в научно-фантастическом романе Кларка «Космическая Одиссея 2001 года». В этом романе (и в одноименном фильме С. Кубрика) машина, которая должна была поддерживать температурный режим, нужный для жизни усыпленных на время полета космонавтов, сознательно их убивает, после чего единственный оставшийся в живых космонавт вынужден ее демонтировать.

Интересной чертой романа и фильма является то, что в программу поведения машины было встроено понятие ее собственной личности, в том числе осознающей себя как «я» в ходе постоянных бесед с космонавтом, которого она должна была развлекать во время полета. Это влияет и на ее поведение, в частности, и на то, как она употребляет эгоцентрические слова. До настоящего времени понятие «личности» использовалось в реальных экспериментах на вычислительных машинах только с целью проверки психологических и психоаналитических гипотез [138, 139, 140]. Так, в программу, целью которой было моделирование отношений между отцом, матерью и сыном («комплекс Эдипа»), Колби ввел понятие «я» для того, чтобы выяснить процесс образования психологических конфликтов; не исключено, что в будущем на двухмашинных комплексах возможны и более сложные эксперименты, которые могли бы привести к проверке гипотез о связи шизофрении и маниакально-депрессивного психоза с нарушениями межполушарных связей [22, 110].

Обсуждая подобные уже реализованные на машинах программы, один из их создателей, Дж. Лойелин, высказывает допущение, по которому в будущем можно думать о создании машин с чертами человеческого характера. В этой связи он обращает внимание на то, что уже сейчас каждая из наиболее сложных программ обладает уникальными чертами [140].

Приведенные выше соображения делают проблематичной желательность широкого употребления машинами, в особенности информационно-логическими, эгоцентрических слов по отношению к самим себе (хотя машины должны уметь понимать эти слова в речи человека): это привело бы только к резкому усилению того информационного кризиса, вызванного научным «ячеством», который с помощью машин должен быть преодолен. Для его преодоления машина (как и современный ученый) должна быть ориентирована не на Хлестакова, приписывающего себе чужие тексты, а на Пастернака, отказывавшегося признать своей им же написанную гениальную книгу.

Но если трудно себе представить, какие положительные результаты может иметь использование машиной всего комплекса понятий, связанного со словом «я», то не менее ясно, почему следует машину обучить правильному употреблению «ты» («вы») и «он» («другой») как обозначению иной сложно организованной системы (человека и вычислительной машины), по отношению к которой запрещены негативные действия (соответствующие решения, вероятно, должны быть закреплены международным правом, чтобы запретить использование машин во вред людям).

У человека такие негативные запреты, составляющие основу нравственности, формируются благодаря частичному отождествлению другого человека с собой. Это было много раз описано нашими писателями, например, Пастернак в своей ранней повести «Детство Люверс» писал о своей героине: „...в ее жизнь впервые вошел *другой* человек, третье лицо, совершенно безразличное, без имени или со случайным, не вызывающим ненависти и не вселяющим любви, но то, *которое имеют в виду заповеди*, обращаясь к именам и сознаниям, когда говорят: не убий, не крадь и все прочее — «не делай ты, особенный и живой — говорят они, *этому, туманному и общему*, того, чего себе, особенному и живому, не делаешь» (выделено Пастернаком).

Чрезвычайно глубоко эта тема была раскрыта М. М. Бахтиным в его исследовании диалогического мышления Достоевского: «сознание себя самого все время ощущает себя на фоне сознания о нем другого, «я для себя» на фоне «я для другого» [141].

В качестве пояснения Бахтин приводил слова Тихона из главы «У Тихона» в «Бесах»: «если кто простил вас за это, и не чтоб из тех, кого вы уважаете или боитесь, а незнакомец, человек, которого вы никогда не узнаете, молча, про себя читая вашу страшную исповедь, легче ли вам было от этой мысли или все равно?» Бахтин так комментирует вопрос Тихона Ставрогину: «этот другой человек — *незнакомец, человек, которого никто никогда не узнает* выполняет свои функции в диалоге вне сюжета и вне своей сюжетной определенности, как чистый *человек в человеке*, представитель всех других для я. Вследствие такой постановки *другого* общение принимает особый характер и становится по ту сторону всех реальных и конкретных социальных форм» [141]. Возможность выхода за пределы конкретного речевого общения говорящего и слушающего и достижение понимания каждого человека как *другого*, равного в каком-то смысле я, и создает нравственные основы человеческого общения.

Исследование переключателей-шифтеров привело Р. Якобсона к выводу, что, обучаясь слову я, ребенок понимает свою при-

надлежность к целому ряду возможных говорящих, каждый из которых использует одну и ту же меняющуюся функцию слова я и тем самым связан со всеми другими говорящими [142, с. 22].

Серьезное решение тех проблем кибернетики, о которых речь шла выше, зависит, следовательно, не от того, может ли машина понять местоимение «я», а от того, может ли она с этим значением соотнести обобщенное представление о «другом», который и должен составить предмет забот каждого члена кибернетического коллектива независимо от того, человек это или вычислительная машина.

Сеть каналов связи между людьми и вычислительными машинами четвертого поколения предполагает и сеть взаимных обязательств. Только тогда кибернетический коллектив, с общей характеристики которого начиналась эта глава, превратится из сети каналов общения в сеть таких отношений, которые в любом случае были бы полезными для человека и никогда не становились бы для него опасными.

ВМЕСТО ЭПИЛОГА

Путь некоторых областей науки, отраженный в этой книге, может показаться извилистым. Он начинается с попытки рассмотреть человеческий мозг как минимальное кибернетическое сообщество: комплекс, между частями которого непрерывно происходит обмен информацией, как между вычислительными машинами, образующими единую систему. Человеческий мозг — удивительное явление, которое до недавнего времени рассматривали как только биологическое — оказывается как бы обществом в миниатюре.

От изучения диалога между полушариями мы постепенно двигались к диалогу между людьми и между людьми и вычислительными машинами. Наши ученые только в последние годы осознали [143, с. 104] пророческий характер давно уже высказанной мысли о единстве естествознания и наук о человеке. Естествознание в последние годы перешло от века физики, обеспечившего человечеству новые источники энергии (и возможность невиданного разрушения), к веку биологии, чреватому еще более неожиданными открытиями.

Одна из главных неожиданностей заключается в том, что именно биологические открытия приоткрывают завесу над единством знания, включая и гуманитарные науки, постепенно все больше привлекающие к себе внимание ученых. Открытие нейропсихологией различия между функциями полушарий мозга позволяет связать выводы физиологических исследований с данными других наук о человеке.

Противопоставление правого и левого (в частности, правой и левой руки) объединяет новейшие достижения физической и культурной антропологии, языкознания и других гуманитарных дисциплин. Вместе с тем благодаря изучению функциональной асимметрии мозга науки о человеке сближаются и с другими областями знания, где проблема симметрии и асимметрии становится все более значимой. Еще Пастер предположил, что все живое характеризуется особым рода асимметрией. Позднее ученые пришли к выводу, что биологическая эволюция описывается в терминах специфической асимметрии. Теория асимметрических языковых противопоставлений и подобных им бинарных противопоставлений, открытых этнологами в «примитивных» обществах и поддающихся математическому и кибернетическому моделированию, идет к постепенному сближению с гораздо более общей теорией, охватывающей и функциональную асимметрию мозга, и те соотношения, которые физика микромира выявляет при рассмотрении материи и антиматерии. Принцип сохранения симметрии Кюри может помочь объяснить возникновение асимметричных систем в асимметричном мире.

Речевое (доминантное) полушарие мозга человека, чьи описания мира передает словесный язык, соотносено с полярным ему правым полушарием, воспринимающим целостные образы.

Для бионики, использующей биологические модели при проектировании новых технических, в частности кибернетических, систем, загадка структуры правого полушария вдвойне интересна. Если, как предполагает сейчас большинство исследователей, морфологически (по структуре на нейронном уровне) оба полушария мало отличаются друг от друга, то из этого может следовать принципиальная возможность решения на устройствах типа вычислительных машин таких задач, связанных с распознаванием, хранением и созданием целостных (непрерывных) образов, которые еще не удастся моделировать.

С другой же стороны, выше указывались и такие доводы, которые говорят в пользу важности континуальных моделей работы мозга (по-видимому, на уровне более высоком, чем нейронный). Моделирование подобных процессов может открыть невиданные возможности в техническом овладении самыми сложными сторонами человеческой творческой деятельности.

Язык представляет собой интерес как такое явление духовной жизни человека, которое отчасти поддается и исследованию биологическими методами. Поэтому использование достижений биологии в гуманитарных науках, которого можно ожидать в близком будущем, вероятнее всего, может ускориться именно благодаря кибернетическому исследованию языка и мозга.

Обращение исследователей к относительно простым системам, таким, как первобытное общество с дуальной организацией, определяется не только тем, что эти системы гораздо легче моделировать с помощью методов математики и кибернетики. Эти ранние системы позволяют легче уяснить те принципы, которые в известной мере сохраняются и на следующих этапах развития.

Среди одной из тех задач постепенно вырисовывающейся общей теории, которые представляются особенно заманчивыми, можно отметить несомненную связь дуального принципа, по которому каждая древняя социальная единица делится на две (с дальнейшими двоичными делениями), и митоза — деления клетки, при котором происходит удвоение хромосом. Речь идет не просто о внешнем сходстве простейших культурно-антропологических и генетических явлений, находящем известный формальный аналог и в принципе двойственности в математике.

Суть дуальных членений в древних обществах связана с биологическим значением разнополости, обеспечивающей перемешивание наследственных задатков [144, с. 30]. Наличие биологических истоков у подобных ранних принципов организации (отчасти продолжающихся и позднее в парном браке) согласуется и с тем, что некоторые рудиментарные их формы находят у антропоидов: указанный выше закон, по которому группы обмениваются друг с другом женщинами как сообщениями (при дуально-экзогамной системе) находит аналог в структуре организации сообществ шимпанзе [145, 146].

Как и в исследовании языка и орудий [143], сопоставление с данными приматологии позволяет структурной антропологии выявить те общие принципы, которые особенно важны для соединения биологических исследований с социальными. В каких-то отношениях развитие кибернетической техники воспроизводит направление биологической эволюции, что делает занятия историей весьма актуальными. Кибернетику, конструирующему робототехническое устройство с двумя искусственными «руками» — манипуляторами, практически важно знать, как сложилась система управления руками у человека.

Обоснованный в новейших антропологических работах тезис о зависимости речевых функций доминантного полушария от локализации в каждом из полушарий не только управления основной — правой рукой, но и сложными формами построения деятельности обеих рук [28, 34], может иметь практическое значение для инженеров, создающих робототехнические системы по двухмашинному принципу. Исследование принципа парности в технике, начатое нашими учеными в духе бионики [14], сулит существенные практические результаты.

С точки зрения биологической эволюции вычислительные ма-

шины являются продолжением функций молодого — левого полушария мозга. Те свойства, которые характеризуют это полушарие в отличие от правого, в вычислительных машинах, оперирующих с дискретными последовательностями символов, доведены до крайнего своего выражения. Для человека назвать (с помощью левого полушария) то, что он иногда смутно воспринимает (правым полушарием), уже значит осознать этот смутный образ. Но для вычислительных машин и человеческие слова могут оказаться столь же смутными. Поэтому сравнение машин с левым полушарием позволяет лучше понять некоторые 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.

Если правое полушарие мозга с раннего детства связывает человека с внешним миром, то левое облегчает ему быстрое вхождение в то общество, в котором он живет. Более того, левое полушарие можно в известной мере считать представителем этого общества в нейропсихологической структуре личности. В этом полушарии закреплен родной язык человека и его внутренняя (интериоризованная — введенная внутрь) словесная речь, на этом языке основанная.

Развивая идеи Выготского о происхождении внутренней речи и Бахтина о диалоге, наши логики в последние годы пришли к выводу, что «внутренняя речь... может быть представлена как диалог тех культурно-исторических образов мышления (деятельности), которые интериоризованы в различных голосах моего собственного «Я» и спор которых выступает как форма полагания, творчества новых культурных феноменов (знаний, идей, произведений искусства...)» [147, с. 160]. Иначе говоря, в левом полушарии находятся те обусловленные культурно-исторически программы поведения, которые общество вводит в человека. В социальной значимости левого полушария можно видеть объяснение его относительно малой морфологической изменчивости в отличие от правого, где биологически допустимы значительные индивидуальные вариации. На этом пути могут быть сделаны интересные выводы и о психофизиологических и генетических истоках изобразительного искусства и музыки (а возможно, и некоторых других искусств), связанных с правым полушарием.

Кибернетический подход к изучению языка и мозга, начавшийся с представления мозга как сообщества, приводит далее к включению одного из членов этого общества — левого полушария — в весь широкий коллектив, пользующийся языком. Процессы обмена информацией внутри мозга и внутри общества (а также и между цивилизациями, включая и обсуждаемые в на-

стоящее время возможности космических «диалогов», что потребовало бы создания новой науки — «космической лингвистики» [148]) предстают как разные стороны единого процесса.

Большой интерес представляет выявление возможностей приложения знаний об асимметрии мозга в будущем. Внимание специалистов по искусственному интеллекту все более привлекает мысль Шеннона, согласно которому «эффективность решения таких задач, как распознавание образов, перевод с одного языка на другой, предполагает создание другого типа вычислительных машин, чем мы имеем сегодня. 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» [155, с. 309—310; 156, с. 75]. Решение этой кибернетической задачи и означало бы моделирование функций правого полушария. Поэтому оно может иметь огромное значение для кибернетической теории и практики ближайших десятилетий.

Как и при исследовании явлений асимметрии, явления, прежде относившиеся к совершенно разным областям знания, объединяются воедино благодаря применению идей и методов кибернетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вигнер Е.** Этюды о симметрии. Пер. с англ. Ю. А. Данилова. Под ред. Я. А. Смородинского. М, «Мир», 1971.
2. **Геге И. В.** Избранные философские произведения. Пер. с нем. М., «Наука», 1964.
3. **Боровин Г. К., Карпов И. И., Лазутин И. М., Платонов А. К.** Система вывода информации на экран дисплея, 1973. (Ин-т прикл. математики АН СССР, Препринт, № 48).
4. **Охоцимский Д. Е., Платонов А. Н.** Алгоритмы управления шагающим аппаратом, способным преодолевать препятствия. — «Изв. АН СССР. Техническая кибернетика», 1973, № 5.
5. **Вукобратович М.** Шагающие роботы и антропоморфные механизмы. Пер. с англ. Ю. А. Шнейдера. Под ред. В. С. Гурфинкеля. М., «Мир», 1976.
6. **Гусев С. В., Тимофеев А. В., Якубович В. А.** Об одной иерархической системе управления интегральным роботом. — В кн.: Труды IV Междунар. объединенной конф. по искусственному интеллекту. Серия 9. Алгоритмы управления движением и роботы. М., Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1975, с. 9.76-984.
7. **Цетлин М. Л.** Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. М., «Наука», 1969.
8. **Барроу Г. Дж., Крауфорд Дж. Ф.** Робот Эдинбургского университета Марк 1,5. — В кн.: Интегральные роботы. [Сб. статей]. Вып. 2. Пер. с англ. Под ред. Г. Е. Поздняка. М., «Мир», 1973, с. 7—27.
9. **Фельдман Дж., Спрулл Р.** Программное обеспечение для Стэнфордской системы «глаз — рука». — В кн.: Интегральные роботы. Вып. 1. Пер. с англ. Под ред. Г. Е. Поздняка. М., «Мир», 1973, с. 404—419.
10. **Финкель Р., Тейлор Р., Боле Р.** и др. Обзор AL, системы программирования для автоматизации. — В кн.: Труды IV Междунар. объединенной конф. по искусственному интеллекту. Сер. 7. Технические средства и математическое обеспечение искусственного интеллекта. М., Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1975, с. 7.134—7.158.
11. **Сутро Л., Килмер У.** Совокупность решающих устройств для управления роботом. — В кн.: Интегральные роботы. Вып. 1. Пер. с англ. Под ред. Г. Е. Поздняка. М., «Мир», 1973, с. 112-161.
12. **Пособие по применению промышленных роботов.** Под ред. Кацухико Нода. Пер. с япон. В. В. Потуловой. Под ред. П. Н. Белянкина, Б. Ш. Розина, В. Н. Данилевского. М., «Мир», 1975.
13. **Гиляров М. С.** Обратные связи и направление эволюционного процесса. — «Вести АН СССР», 1976. № 8, с. 68-76.
14. **Бианки В. Л.** Эволюция парной функции мозговых полушарий. Л., Изд-во ЛГУ, 1967.
15. **Шафрановский И. И.** Симметрия в природе. М., «Недра», 1968.
16. **Желудев И. С.** Симметрия и ее приложения. М., Атомиздат, 1976.
17. **Пол Р.** Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота — манипулятора. Пер. с англ. А. Ф. Верещагина, В. Л. Генерозова. Под ред. Е. П. Попова. М., «Наука», 1976.

18. **Бернштейн Н. А.** Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., «Медицина», 1966.
19. **Иванов В. В.** Лингвистика и исследование афазии. — В кн.: Структурно-типологические исследования. М., «Наука», 1962.
20. **Ле Корбюзье.** Архитектура XX века. Пер. с франц. М., «Прогресс» 1970.
21. **Газанига М.** Расщепленный мозг. В кн.: Восприятие. Механизмы и модели. Пер. с англ. М., «Мир», 1974, с. 47—57.
22. **Мосидзе В. М., Акбардия К. К.** Функциональная симметрия и асимметрия полушарий мозга. Тбилиси, «Мецниереба», 1973.
23. **Moscovitch M.** On the representation of language in the right hemisphere of the right-handed people. — «Brain and Language», 1976, v. 3, № 1 p. 47—71.
24. **Lateralization** in the nervous system. Ed. S. Harnad, R. W. Doty, e. a. New York, Academic Press, 1977.
25. **Балонов Л. Я., Деглин В. Л.** Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий. Л., «Наука», 1976.
26. **Sasanuma S.** Kana and Kanji processing in Japanese aphasics. — «Brain and Language», 1975, v. 1, № 2, p. 369—383.
27. **Миллер П.** Физиологическая психология. Пер. с англ. Под ред. А. Р. Лурия. М., «Мир», 1973.
28. **Teuber H.-L.** Effects of focal brain injury on human behavior. In: The nervous system. Ed. D. B. Tower. V. 2. The clinical neurosciences. New York, Raven Press. 1975, p. 457—480.
29. **Deutsch D.** Musical illusions. — «Scientific American», v. 213, October 1975, № 4, p. 92—105.
30. **Физиология речи.** Восприятие речи человеком. Л., «Наука», 1976. (Сер. «Руководство по физиологии»). Авт.: Л. А. Чистович, А. В. Венцов, М. П. Гранстрем и др.
31. **Лурия А. Р., Цветкова Л. С., Футер Д. С.** Афазия у композитора. — В кн.: Проблемы динамической локализации функций мозга. Сборник трудов, посвященный С. А. Саркисову. М., «Медицина», 1968, с. 328—333.
32. **Corballis C. M., Beale I. L.** The psychology of left and right. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1976.
33. **Лурия А. Р.** Основные проблемы нейролингвистики. М., Изд-во МГУ, 1975.
34. **Origins** and evolution of language and speech. Ed. by S. R. Harnad, H. D. Steklis, and J. Lancaster (Annals of the New York Academy of Science, v. 280), New York, 1976.
35. **Выготский Л. С.** Развитие высших психических функций. Из неопубликованных трудов. М., Акад. пед. наук, 1960.
36. **Sperry R. W.** Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. — In: The neurosciences: Third Study Program. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1974, p. 5—20.
37. **Прибрам К.** Языки мозга. Пер. с англ. Под ред. А. Р. Лурия, М., «Прогресс», 1975.
38. **Лурия А. Р.** Маленькая книжка о большой памяти. М., Изд-во МГУ, 1968.
39. **Братчиков И. Л.** Синтаксис языков программирования. М., «Наука», 1975.
40. **Иванов В. В.** Очерки по истории семиотики в СССР. М., «Наука», 1976.
41. **Baker W. E.** Syntax in English poetry 1870—1930 (Perspectives in Criticism 18), Berkeley — Los Angeles, 1967.
42. **Thorn R.** Modeles mathematiques de la morphogenese. Recueil de textes sur la theorie des catastrophes, et ses application. Paris, Union generate d'editions, 1974.

43. **Bar-Hillel Y.** Language and information. Reading, Mass., 1964.
44. **Гладкий А. В.** Формальные грамматики и языки. М., «Наука», 1973.
45. **Luria A. R., Simernitskaya E. G., Tubylevich B.** The structure of psychological processes in relation to cerebral organization. — «Neuropsychologia», 1970, v. 8, p. 13—19.
46. **Том Р.** Топология и лингвистика. Пер. с фр. с пред. Ю. И. Манила. — «Успехи мат. наук», т. XXX, вып. 1, 1975, с. 199—221.
47. **Jakobson R., Lubbe-Grothues G.** Ein Blick auf *die Aussicht* von Holderlin. — In: Jakobson R. Holderlin. Klee Brecht. Zur Wortkunst dreier Gedichte. Eingeleitet und herausgegeben von E. Holenstein. Baden-Baden, Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 162, 1976, S. 27—96.
48. **Lacan J.** Ecrits. Paris, Editions du Seuil, 1966.
49. **The autobiography of Bertrand Russel.** vol. II, 1914—1944, London, 1968.
50. **Wittgenstein L.** Bemerkungen uber die Grundlagen der Mathematik (Remarks on the foundations of mathematics), The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1967.
51. **Bar-Hillel Y.** Semantic information and its measures. — In: Cybernetics. 10th Conference, N. Y., 1957, p. 33—48.
52. **Деглин В. Л.** Функциональная асимметрия — уникальная особенность мозга человека. — «Наука и жизнь», 1975, № 1, с. 104—115.
53. **Monod J.** Le hasard et la lecessite. Paris, Seuil, 1970.
54. **Casagrande J. B.** Comanche baby language. — In: Language in culture and society: A reader in linguistics and anthropology. Ed. by D. Hymes. New York, Harper and Row, 1964, p. 244—248.
55. **Манин Ю. И.** Теорема Геделя. — «Природа», 1975, № 12.
56. **Rosenfeld L.** Niels Bohr, 2 ed., Amsterdam, 1961.
57. **Geschwind N.** Language and the brain. — «Scient. Amer.», 1972, v. 226, № 4.
58. **Hecaen H.** Acquired aphasia in children and the ontogenesis of hemispheric functional specialization. — «Language and Brain», 1976, v. 3, p. 114—134.
59. **Critchley M.** Speech and speech-loss in relation to the dualuty of the brain. — In: Interhemispheric relations and cerebral dominance. Ed. by K. Mountcastle. New York, The John Hopkins Press, 1962.
60. **Brown R.** The first language, Cambridge, Mass., MIT Press, 1973.
61. **Dobelle W. H., Mladejovsky M. G.** Phosphenes produced by electrical stimulation of human occipital cortex, and their application to the development of a prosthesis for the blind. — «J. Physiology», 1974, v. 243, p. 553—576.
62. **Krefnin H., Dubois-Charlier F., Bierwisch M., Hecaen H., Weigi E.** Les troubles de la lecture, l'alexie. — «Languages», 1976, v. 44, ddecembre.
63. **Kuschel R.** A lexicon of signs from a Polynesian outliner island. A description of 217 signs as developed and used by Kagobai, the only deaf-mute of Renell Island (Psykologisk Skriftserie № 8), Kshbenhavn, Psykologisk Laboratorium, Kshbenhavns Universitet, 1974.
64. **Taylor A. R.** Nonverbal communication systems in native North America. — «Semiotica», 1975, v. 13, № 4, p. 329—374.
65. **Gushing F.** Manual concepts. — «American Anthropologist», 1892, v. 5.
66. **Эйзенштейн С.** Избранные произведения. В шести томах. Т. 1. М., «Искусство», 1964.
67. **Шевченко Ю. Г.** Развитие коры мозга человека в свете онто-филогенетических соотношений. М., «Медицина», 1972.
68. **Sethe K.** Ein altagyptischer Fingerzahlreim. — «Zeitschrift fur agyptische Sprache». 1918, Bd. 54, S. 16—39.
69. **Фролов Б. А.** Числа в графике палеолита. Новосибирск, «Наука», 1974.
70. **Стройк Л. Я.** Краткий очерк истории математики. Пер. с нем. 2-е изд. М., «Наука», 1969.

71. **Нойгебауэр О.** Точные науки в древности. М., «Наука», 1968.
72. **Пиаже Ж.** Генезис числа у ребенка. — В кн.: Пиаже Ж. Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Генезис числа у ребенка Логика и психология. Пер. с фр. М., «Просвещение», 1969.
73. **Кацнельсон С. Д.** Историко-грамматические исследования. Т. 1. Из истории атрибутивных отношений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
74. **Ван дер Варден Б. Л.** Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции. М., Физматгиз, 1959.
75. **Цейтен Г. Г.** История математики в древности и в средние века. Пер. с фр., М.—Л., Гостехиздат, 1932.
76. **Френкель А. А., Бар-Хиллел И.** Основания теории множеств. Пер. с англ. М., «Мир», 1966.
77. **Левин В. И.** Рамануджан — математический гений Индии. М., «Знание», 1968.
78. **Выгодский М. Я.** Арифметика и алгебра в древнем мире. М., «Наука» 1967.
79. **Бурбаки Н.** Очерки по истории математики. Пер. с фр. М., ИЛ, 1963.
80. **Нейман Дж.** Вычислительная машина и мозг. Пер. с англ. — В кн.: Кибернетический сборник 1. М., ИЛ, 1960.
81. **Колмогоров А. Н.** Автоматы и жизнь — В кн.: О сущности жизни. М., «Наука», 1964.
82. **Бунак В. В.** Происхождение речи по данным антропологии. — В кн.: Труды Института этнографии АН СССР, т. XII, М. Изд. АН СССР, 1951.
83. **Кочеткова В. И.** Палеоневрология. Под ред. В. П. Якимова. М., Изд-во МГУ, 1973.
84. **Abler W. L.** Asymmetry in the skulls of fossil men: evidence of lateralized brain function. — «Brain, behaviour and evolution», 1976, v. 13, № 2—3, p. 111—115.
85. **Geschwind N.** Selected papers on language and the brain. (Synthese Library), D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland, 1974.
86. **Семенов С. А.** Следы работы на орудиях и доказательства работы неандертальцев правой рукой. — В кн.: Краткие сообщения Ин-та археологии АН СССР. Вып. 84. М., Изд-во АН СССР, 1961.
87. **Groves C. P., Humphrey N. K.** Asymmetry in gorilla skulls: evidence of lateralized brain function. — «Nature», 1973, № 244, p. 51—54.
88. **Mounin G.** Language, communication, chimpansees. — «Current anthropology», 1976, v. 17, № 1.
89. **Gardner R. A., Gardner B. T.** Teaching sign language to a chimpanzee,— In: Language in Thinking. Selected Readings. Ed. by P. Adams. London, Penguin Books, 1972, p. 17—42.
90. **Dravfuss G. R., Kocken M., Robinson J., Badre A.** On the psycholinguistic reality of the fuzzy sets. — In: Papers from the parasession on functionalism. April. 17, 1975. Ed. by R. E. Grossmann, L. J. San, T. Y. Vance, Chicago Linguistic Society, Chicago, 1975, p. 135—149.
91. **Zadeh L. A.** A fuzzy theoretical interpretation of linguistic hedges. — «J. Cybernetics», 1972, v. 2, № 1, p. 4—39.
92. **Крушинский Л. В.** Элементарная рассудочная деятельность животных и ее роль в эволюции. — В кн.: Философия в современном мире. Философия и теория эволюции. М., «Наука». 1974, с. 156—215.
93. **Аристотель.** Сочинения. Т. 1. М., «Мысль», 1976.
94. **Золотарев А. М.** Родовой строй и первобытная мифология. М., «Наука», 1964.
95. **Тих Н. А.** Предыстория общества. Л., Изд-во ЛГУ, 1970.
96. **Комени Дж., Снелл Дж., Томпсон Дж.** Введение в конечную математику. Пер. с англ. М., «Мир», 1963.
97. **Уайт Х.** Модели систем родства с предписанным браком. — В кн.: Математические методы в социальных науках. М., «Прогресс», 1973, с. 138—152.

98. Эшби У. Р. Теоретико-множественный подход к механизму и гомеостазису. — Пер. с англ. В кн.: Исследования по общей теории систем. М., «Мир», 1969.
99. Вейль Г. Симметрия. Пер. с англ. М., «Наука», 1968.
100. Frankfort F. N. Kingship and the gods. London, 1948.
101. Томсон Дж. Исследования по истории древнегреческого общества. Т. П. Первые философы. Пер. с англ. М., ИЛ, 1959.
102. Levi-Strauss C. Les structures elementaires de la parente. Paris, 1949.
103. Fludd R. Medicina catholica. Frankfurt, 1629.
104. Туровская М. И. Герои безгеройного времени. М., «Искусство», 1971.
105. Винер Н. Кибернетика и общество. Пер. с англ. М., ИЛ, 1958.
106. Древнекитайская философия. Собрание текстов в двух томах. Т. 2, JV1., «Мысль», 1973.
107. Эйзенштейн С. М. Избранные произведения в шести томах. Т. 2, М., «Искусство». 1964.
108. Эйзенштейн С. М. Чет и нечет. «Grundproblem». ЦГАЛИ, ф. 1923, оп. 2, ед. хр. 236—243.
109. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. Пер. с англ. М., «Мир», 1974.
110. Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений полушарий мозга. М., «Медицина», 1977.
111. Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. (Философские и естественнонаучные аспекты). М., «Мысль», 1974.
112. Гарднер М. Этот правый, левый мир. М., «Мир», 1967.
113. Вайнберг С. Свет как фундаментальная частица. УФН, 1976, т. 120, вып. 4, с. 677- 690.
114. Фейербах Л. Избранные философские произведения. Т. 1. Пер. с нем. М., Политиздат, 1955, с. 134—204.
115. Виноград Г. Программа, понимающая естественный язык. Пер. с англ. М., «Мир», 1976.
116. Leroi-Gourhan A. Le geste et la parole. La memoire et les rythmes. Paris, Editions Aibin Michel, 1965
117. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. Пер. с англ. М., ИЛ, 1960.
118. Kurytowicz J. Esquisses linguistiques II (Internationale Bibliothek fur allgemeine Linguistik, herausgegeben von. E. Coseriu, Band 37), Munchen, Wilhelm Fink Verlag, 1975.
119. Вейль Г. Дополнения. — В кн.: Прикладная комбинаторная математика. [Сборник статей]. Под ред. Э. Беккенбаха. Пер. с англ. М., «Мир», 1963, с. 301—360.
120. Бенвенист Э. Общая лингвистика. Пер. с фр. М., «Прогресс», 1974.
121. Якобсон Р. Шифтеры, глагольные категории и 'русский глагол. Пер. с англ. — В кн.: Принципы типологического анализа языков различных стран. Под ред. О. Г. Ревзиной. М., «Наука», 1972, с. 95—113.
122. Buber M. Ich und Du. — In: Buber M. Die Schriften iiber das dialogische Prinzip, Heidelberg, 1954.
123. Пастернак Б. Л. Люди и положения. — «Новый мир». 1967, № 1.
124. Kerpinski A. Leje Warszawa. Paristwowzy Zaktad Wydawnictw Lekarskich, 1977.
125. Рассел Б. Человеческое познание. Его сферы и границы. Пер. с англ. М., ИЛ, 1957.
126. Reichenbach H. Elements of symbolic logic. New York, The Macmillan Company, 1947.
127. Вейль Г. Структура математики. — «Успехи мат. наук», 1975, Т. XXXI, вып. 4.
128. Russel B. An inquiry into meaning and truth. London, Penguin Books, 1973.

129. **Кардашев Н. С.** Передача информации внеземными цивилизациями. — В кн.: Внеземные цивилизации. Ереван, изд-во АН Арм.ССР, 1965.
130. **Ornstein R. E.** The psychology of consciousness. San Francisco W. H. Freeman, 1972.
131. **Хэмп Э.** Словарь американской лингвистической терминологии. Пер. с англ. М., «Прогресс», 1964.
132. **Пастернак Б. Л.** Стихотворения и поэмы. М.—Л., «Сов. писатель», 1965. (Библиотека поэта. Большая серия, 2-е изд.).
133. **Колмогоров А. Н.** Три подхода к определению понятия «количество информации». — «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1, с. 3—11.
134. **Колмогоров А. Н.** К логическим основам теории информации и теории вероятностей. — «Проблемы передачи информации», 1969, т. 5, вып. 3 с. 3—7.
135. **Звонкий А. К., Левин Л. А.** Сложность конечных объектов и обоснование понятия информации и случайности с помощью теории алгоритмов. — «Успехи мат. наук», 1970, т. 25, вып. 6, с. 85—127.
136. **Проблема СЕТИ** (связь с внеземными цивилизациями). Под ред С. А. Каплана. М., «Мир», 1975.
137. **Рашевский П. К.** О догмате натурального ряда. — «Успехи мат наук», 1973, т. XXVIII, вып. 4(172), с. 243—246.
138. **Colby K. M.** Artificial paranoia. London, Pergamon Press, 1975.
139. **Фогт У. С.** Эффект как мотивация познавательных и волевых процессов. — В кн.: Труды IV Междунар. объединенной конф. по искусственному интеллекту. Секция 11. Психологические проблемы искусственного интеллекта (вып. 1). М., 1975, с. 58—75. (Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика»).
140. **Лойцелин Дж.** Машины, обладающие чертами личности. — В кн.: Человеческие способности машин. Пер. с англ. М., «Сов. радио», 1971, с. 138—152.
141. **Бахтин М. М.** Проблемы поэтики Достоевского. М., «Сов. писатель», 1963.
142. **Jakobson R.** Der grammatische Aufbau der Kindersprache (Rheinisch—Westfälische Akademie der Wissenschaften. Geisteswissenschaften, Vorträge G 218), Opladen, Westdeutscher Verlag, 1977.
143. **Суворов Н. Ф., Фирсов Л. А.** Приматологический аспект в сравнительно-физиологическом изучении поведения. — В кн.: Проблемы высшей нервной деятельности и нейрофизиологии. Л., «Наука». 1975, с. 87—101.
144. **Бейсон Ж.** Генетика. Пер. с фр. В. И. Назарова. М., Атомиздат, 1976.
145. **Wilson E.** Sociobiology Cambridge, Mass, MIT Press, 1975.
146. **Reynolds V.** The biology of human action. Reading and San Francisco, W. H. Freeman and Company Limited, 1976.
147. **Библер В. С.** Мышление как творчество. (Введение в логику мысленного диалога). М., Политиздат, 1975. (Серия «Над чем работают, о чем спорят философы»).
148. **Шкловский И. С.** Вселенная, жизнь, разум. 4-е изд. М., «Наука», 1976.
149. **Lansker D. van.** Heterogeneity in language and speech: neurolinguistic studies (Working Papers in Phonetics, 29), April 1975, Los Angeles.
150. **Gates A., Brandshaw J. L.** The role of the cerebral hemispheres in music. — «Brain and Language», 1977, v. 4, № 3, p. 403—431.
151. **Hardyek C., Tzeng O. J. L., Wang W. S.-Y.** Cerebral lateralization of function and bilingual decision processes, is thinking lateralized. — «Brain and Language», 1978, v. 5, № 1, p. 56—71.
152. **Попов Е. П., Верещагин А. Ф., Зенкевич С. Л.** Манипуляционные работы. М., «Наука». 1978.
153. **Galaburda A. M., Le May L., Keniper T. L., Geschwind N.** Right — left asymmetries in the brain. — Science, 1978, vol. 199, N 4331, pp. 852—856.

154. Гершуни Г. В., Богданов Б. В., Вакарчук О. Ю., Мальцев В. П. О коммуникационных сигналах обезьян *Cebus carucinus* (эволюционный аспект). — Журнал экспериментальной биологии и физиологии, 1977, т. 8, ... с. 662—675.
155. Computers and the world of the future. Cambridge, Mass. MIT Press, 1969.
156. Орфеев Ю. В., Тюхтин В. С. Мышление человека и «искусственный интеллект». М., «Мысль», 1978.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абстрактный термин 46
 Автомат 16, 19, 27, 37—39, 96—97, 146, 161
 Автоматизация процесса сборки и обучения ему 12, 15—16, 114
 Автоматизированная речь 51, 73, 158
 Автоматическая обработка текстов 40, 71, 73, 118
 Автоматная грамматика 37
 Авторство 138—160
 Адрес 73
 Азбука пальцевая 24, 55, 58, 77
 Акалькулия 27, 66
 Анализ и синтез звуков речи 23, 25, 28, 114, 146
 Антропoidы 78—81, 86, 116
 Аранта (племя в Австралии) 45, 91, 99, 135
 Асимметрия 50, 65, 76, 78, 84, 106—108, 171, 174
 Ассоциации смысловые 8, 34, 39, 41
 Афазия 7, 28—29, 35, 48, 59, 68, 94—95

 Бесписьменное общество 154—159
 Беспозвоночные 116
 Бинарный (двоичный) код 6, 85, 101
 Близнецы 87, 98, 101
 Бороро (индейское племя в Бразилии) 20—21, 93
 Буква 24, 39, 55—59, 73

 Ввод 28, 55—56, 77
 Верхний палеолит 76, 78, 84
 Височный отдел (доля) мозга 18, 25
 Внутренний монолог 35, 133, 173
 Воображение 29
 Время 11, 13, 61, 125—126, 143
 Вывод 28, 77, 115, 159

 Галлюцинации зрительные 25, 117
 Генетические предпосылки усвоения языка 44, 47—50
 Геометрия коллектива автоматов 20

 Глагол 34—40, 117, 123—126
 Глубинные (нижние) части мозга 27, 79, 117
 Глухонемой 23—24, 31, 55, 58, 60—61, 77
 Голографическая модель 75
 Гориллы 79, 80, 82
 Грамматика 28, 31, 36—41, 44, 49, 55, 95, 128

 Двойственность 108, 172
 Двухмашинный комплекс 5—7, 9—18, 21, 40, 41, 45, 47, 73, 109—110, 115
 Дерево предложения 37—39
 Дескрипции оператор (йота-оператор) 119, 141, 148
 Диалог 7, 109, 170—174
 Дискретность 40, 56, 73
 Дихотомия 91, 100
 Длина правил (программы) 39—40, 161
 Доминантное полушарие 18, 23, 27, 73, 87, 106, 137
 Дополнительности принцип 108, 131
 Дуалистические мифологии 85, 98—99
 Дуальная организация 86, 99, 172

 Единственности условие 119

 Жест-иероглиф 55—57, 59, 60—61, 77, 80

 Запрет инцеста 86
 Зарубки палеолита 67, 68
 Затылочный отдел мозга 18, 54
 Звуки неречевые 25—26, 47, 52
 Звуковая (устная) речь 6, 18, 23, 25—26, 52, 55, 60, 111, 114
 Зеркальное письмо 33
 Знак иероглифический 24, 31, 34, 43, 59, 66, 68, 73, 80, 89, 115
 индивидуальный 139, 144
 Значение 23, 28, 31, 32, 36, 40, 44, 47, 50, 95, 115

Зрительный тип (животного) 80

Иерархическая система 10

Именной стиль 35

Имя человека 39, 137—139

Инверсия значений 97—98

Инклюзивное (включающее) множественное число 122—123

Интуиционизм 72

Информационная емкость 46

Информация зрительная 9, 11, 33—34, 51, 59, 73, 114—116

речевая 28, 32, 47, 116, 122—123

семантическая 42

Инь-ян 89, 104

Искусство нефигуративное 115, 158

первобытное 85

Искусственный интеллект 10, 16, 62

Истинность 29 -30, 41

Канал связи 12, 73, 94, 170

Квантор общности 118, 119

существования 40, 118, 119

Кино 34, 35, 63—64, 115, 116

Код 56, 130- 131, НО

Количество информации 31, 36, 43, 47, 116, 150, 153, 154, 160—162

Комиссуры 19, 22

Комплекс (коллектив) автоматов 19—20, 33

Комплексное значение 44—45, 81, 102

Континуальные модели 74

Кора мозга 19, 23, 27, 59, 79

Левая рука 6, 16, 18, 22—23, 26, 29, 48—49, 61, 66—67, 68, 78, 85, 97—98, 114

сторона 22, 25, 27, 85, 97, 98, 100, 102, 108

Левое полушарие 6, 18—84, 114, 121, 137, 143, 150, 157, 173

Левша 25, 48, 78

Лобные доли мозга 18, 32, 45, 83

Логическая вероятность 42

Логический анализ языка 34

Ложность 29—50, 41, 142

Локализация в пространстве и времени 36, 130

Магазинная память автомата 40

Математическая теория грамматик 36-38 128

Машина вычислительная 5—7, 9—36, 38, 71, 82, 83, 109—114, 149, 173, 174

информационно-логическая 31, 149, 158

Местоимение 36, 116, 122—125, 133—138

Метаболизм информационный и энергетический 1 57

Метаязык 141

Многозначность 46 82, 165

Множество бесконечное 72

конкретное завершённое 69, 72, 120

Модель мира 144

Мозолистое тело 19, 21 -22, 24—25, 51

Монолог 131

Монтаж изображений (кадров) 34, 61

Морфогенез 8, 108

Морфология 15, 108

Музыка 26, 47, 52, 63—64, 72, 73, 173

Мустье 76, 78, 86, 89

Называние предметов 23 51

Натуральные числа 73, 119, 126, 164

Неандертальцы 76—78, 86

Несловесное кодирование 32

Нечёт 6, 71, 84, 101, 104—106

Нечленимые словесные формулы 18, 23

Обезьяны 27, 32—33, 77, 78, 116

Образное употребление слова 44

Объем памяти 38

Объем словарной информации 31, 82

Однозначность 46, 82, 121

Означаемая сторона знака 23, 28

Означающая сторона знака 23, 28

Операторы 118, 143

Операции логические 71

Описание состояния 42

Орудия труда 78, 114

Осмысленность 53, 36—37, 41

Отпечатывание (imprinting) 116

Отрицание 42

Палеоневрология 76

Пальцы рук 27, 65—67

Память 16, 33, 38—39, 71, 79, 145, 149—158

Парадокс логический 46, 142

Параллельные операции 14, 164

Певчие птицы 78, 137

Перевод 33 35, 47 118

Переключатели (шифтеры) 130

Письмо 24, 27, 33, 45, 84, 155, 157—160

Пифагорейцы 6 101, 103, 107

Позвоночные 15, 79, 108

Половина племени 21, 86, 99, 109

Понятийное мышление 45

Последовательные операции 14, 164

Поэтическая форма 46

- Правая рука 6, 16, 18, 22, 26, 48—49, 61, 77, 78, 85, 97—98, 114
сторона 23, 25, 27, 85, 97, 98, 100, 102, 106
Правое полушарие 6, 18—84, 121, 137, 146, 150, 157, 173—174
Правша 18, 23, 25—26, 48, 64, 78
Предикат 42, 117- 118
количественный 120
Предикатов исчисление 117, 118
Предпосылки (пресуппозиции) пони-
мания 111, 114, 147
Признак 34, 118
Принцип Кюри 14—15, 107
Принятие решений 13—16
Программа 38, 116, 133
Пространственные задачи 23, 26, 32, 50, 129
Пространство признаков абстрактное 41, 82
- Развитие языка у ребенка 44, 45, 47, 94
Различительный признак 94
Размытые (расплывчатые) множества (fuzzy sets) 81
Рассечение связей между двумя полу-
шариями 19, 21—23
Реакция на стимул 16, 143
Реальный масштаб времени 10, 11, 13—14, 16, 17, 26—27, 29, 36, 115
Режим разделения времени 145
Речевые зоны мозга 28—30, 47—48, 51, 76, 77, 94
Рисунки 26, 63
Рифма 47, 95
Робот 6, 10—15, 62, 111—114, 118—
120, 144, 167, 172
Ручные понятия 62, 65—67
- Свободные и связанные переменные 118, 119
Семантическое поле 41, 46
Сенсомоторный период 53, 82
Символ терминальный 36
нетерминальный 36
Симметрия 14—15, 17, 107
билатеральная (зеркальная) 14, 17, 106
Синдром Герстмана 27, 66
Синонимические преобразования 39, 43, 46, 80, 96
Система знаков 23, 65
Слепоглухонемые 53, 72, 77
Словарь 31 -32, 39, 80
Слово 23, 31—32, 39, 40
длина 32
Сложность 39, 160—161
- Сложные действия 23, 26, 28, 31, 36, 39—40
Сообщение 130—131, 140
Среда И, 13—14, 16, 30, 43, 97
Степени свободы 10, 13, 15—16
Стимуляция мозга электродами 25, 79, 94
Структура диаметральной 91
концентрическая 20—21, 91
Субъект речи 121—129, 138
Субъективность 132—133, 135, 142
Существительное 34, 36—37, 117—124
Счет 27, 65
на пальцах 65
- Тактильные (осозательные) жесты-об-
разцы 54—56
Текст 23, 40
Теменные доли мозга 18, 26—27, 77
Теорема Геделя 46
Теория катастроф 74
Теория семантической информации 42
Термин 44
Тождество смысловое 43, 55—57, 128
Толкование смысла слов 23, 26, 31—
32, 80
Топологическая модель языка 36, 40, 42
Трехчленная (тернарная) система 92 —
93
«Ты» 7, 109, 132, 160
- Уровень 10, 13
- Фамильное имя комплекса 44—45
- Химические средства сигнализации 116
- Цейтнот биологический 13
Целостное (глобальное) единство 39, 73
Центр управления 10
Центральная врожденная слепота 54
Цепочка символов 37, 71, 73, 79
Цивилизации трех типов 162, 163, 165
Цифра (арабская, римская) 43
- Чет 6, 89, 101, 104 -106
Четвертое поколение вычислительных
машин 14, 170
Четырехчленная схема 89
Числительные 27, 43, 65—68, 120
Число 69 72, 120, 122
Чтение 59
- Шизофрения 45, 168
Шимпанзе 80—82
Шок электросудорожный 8, 23, 41, 43, 45—46, 137

Эгоцентрическая речь 133
Эгоцентрические слова 137, 146, 168
Эксклюзивное (исключающее) множественное число 122—123
Эмоции положительные и отрицательные 103—107
Энтропия 161, 163
Эпилепсия 21, 25, 75

«Я» 7, 109, 126, 129, 166—170, 173

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Бар-Хиллел И. 42, 177, 179
Бахтин М. М. 131, 138, 169, 173, 180
Бенвенист Э. 69, 135, 139, 179
Бернштейн Н. А. 10, 16, 75, 143, 176
Бор Н. 46, 108, 121, 131, 132, 166, 179
Брока П. 28, 51, 76
Бубер М. 131, 132, 181
Бунак В. В. 71, 179

Варден Б. ван 98, 127, 142, 167, 179
Вейль Г. 98, 127, 142, 167, 179, 181
Вернике К. 28, 51, 76
Винер Н. 103, 126, 151, 165
Витгенштейн Л. 34, 41, «43, 54, 177
Выготский Л. С. 29, 44, 45, 65, 71, 80, 102, 133, 134, 173, 176

Газанига М. 21, 176
Гедель К. 46
Гельфанд И. М. 10
Герстман И. 27
Гете И.-В. 9, 108, 175
Гешвинд Н. 48, 77, 178
Гильберт Д. 119, 145
Гиляров М. С. 14, 175

Деглин В. Л. 8, 176, 177
Декарт Р. 121, 124, 146
Достоевский Ф. М. 35, 131, 156, 159, 165, 169

Золотарев А. М. 85, 87, 160, 178

Кардашев Н. С. 150, 180
Кассирер Э. 135, 137
Кашинг Ф. 62, 177
Колмогоров А. Н. 7, 19, 38, 75, 160—162, 178, 180
Корбюзье Ле-Сонье Ш. Э. 20, 176
Кочеткова В. И. 76, 178
Курилович Е. 129, 139, 189

Язык жестов 24, 31, 52—63
зулусский 65, 132
естественный 38, 40, 45, 58, 60, 109, 117, 165
искусственный 38, 40, 46, 58, 111, 117, 165
науки 137—140
родной 49—50
Языки программирования 36, 38, 111
Языковый процессор 27, 38

Кюри П. 14, 107, 171

Леви-Стросс К. 102, 10У, 179
Лейбниц Г. В. 38, 72
Леруа-Гуран А. 85, 115, 151, 179
Лурия А. Р. 7, 26, 65, 176, 177

Манин Ю. И. 8, 142, 177, 178
Мещеряков А. И. 53, 54

Нейман фон Дж. 38, 73, 121, 161, 178

Пастер Л. 107, 171
Пастернак Б. Л. 55, 132, 159, 180
Пиаже Ж. 53, 133, 178
Прибрам К. 75, 176
Пуанкаре А. 126

Рамануджан С. 69—71
Рассел Б. 41, 132, 139, 142—144, 179
Рейхенбах Х. 139—141, 147, 179

Северцов А. Н. 50
Семенов С. А. 77, 178
Скороходова О. И. 53, 55
Соколянский А. И. 7, 53, 58, 72
Сперри Р. 33, 116
Спиноза Б. 120, 138, 146

Том Р. 8, 36, 40, 42, 74, 82, 130, 177

Хомский Н. 36, 37, 38, 143

Цетлин М. Л. 7, 10, 175

Шеннон К. 174
Шерешевский С. В. 33, 70, 71, 134—135, 156

Эйзенштейн С. М. 6, 34, 62—65, 72, 104—106, 177, 179
Эйнштейн А. 121

Якобсон Р. О. 7, 130, 131, 139, 140, 166, 169, 177, 179, 180

ОГЛАВЛЕНИЕ

О серии книг «Кибернетика» в издательстве «Советское радио»	3
Предисловие	5
ПРАВОО — ЛЕВОЕ	9
Мозг как система из двух машин	9
Два полушария	18
Грамматика и смысл	31
Грамматика левого полушария	36
Семантическая информация правого полушария	41
От жеста к слову	47
Предыстория математики	65
Как давно возник звуковой язык?	76
БЛИЗНЕЦЫ	84
Парные символы	84
От двух до четырех	89
Да и нет	94
Бинарная символическая классификация	96
Двоичные коды культуры	101
Асимметрия в знаковых системах	104
ДИАЛОГ	109
.	
.Разговор с вычислительной машиной	109
Естественные и искусственные языки	117
Говорящий и слушающий	122
«Переключатели», код и сообщение	130
Эгоцентрические слова и язык науки	137
Почему слово «этот» непонятно роботу	144
Сообщение и его автор	147
Память культуры	149
Хранение информации в бесписьменном обществе	152
Творческая память человека	156
Оценка сложности сообщения	160
«Я» и другой человек	166
Вместо эпилога	170
Список литературы	175
Предметный указатель	181