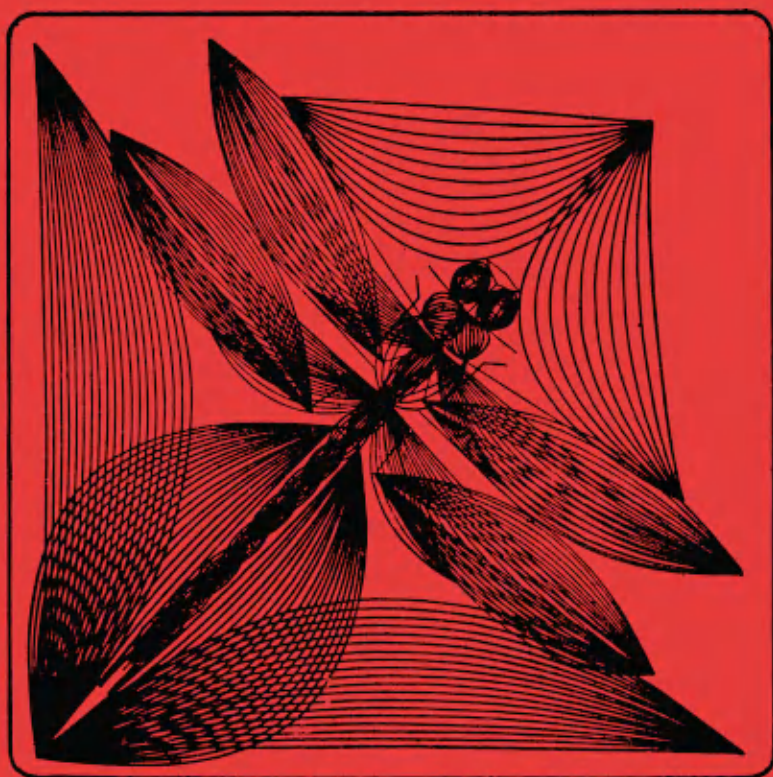


# БИБЛИОТЕКА ЗНАНИЕ

ВИКТОР ПЕКЕЛИС

## Кибернетическая смесь



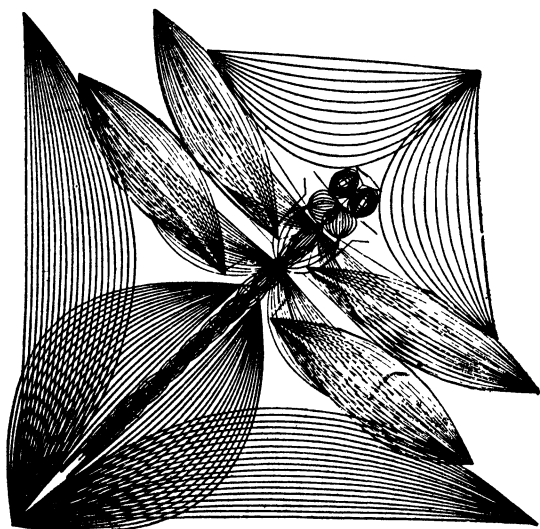
БИБЛИОТЕКА «ЗНАНИЕ»

ВИКТОР ПЕКЕЛИС

# Кибернетическая смесь

ВПЕЧАТЛЕНИЯ, НАХОДКИ, СЛУЧАИ, ЗАМЕТКИ, РАЗМЫШЛЕНИЯ,  
РАССКАЗАННОЕ И УВИДЕННОЕ — ПЯТЬДЕСЯТ ПОВО-  
ДОВ ДЛЯ РАЗГОВОРА О КИБЕРНЕТИКЕ

Издание третье, исправленное и дополненное



Москва «Знание» 1982

ПЕКЕЛИС Виктор Давыдович, член Союза писателей СССР и Союза журналистов СССР. Один из первых в стране начал популяризировать новую отрасль знаний — кибернетику, в дальнейшем посвятив ей несколько книг, в том числе ряд составленных им сборников из работ крупнейших советских и зарубежных ученых. Книги В. Пекелиса «Маленькая энциклопедия. О большой кибернетике» и «Кибернетическая смесь» за несколько лет выдержали у нас в стране и за рубежом более тридцати изданий.

Другая тема, разрабатываемая В. Пекелисом, — творческие способности человека. Книга на эту тему «Твои возможности, человек!», впервые выпущенная издательством «Знание», вышла затем на десяти языках почти миллионным тиражом.

**Пекелис В. Д.**  
**П23 Кибернетическая смесь. — 3-е изд. — М. : Знание, 1982. — 288 с. — (Библиотека «Знание»).**  
1 р. 10 к. 100 000 экз.

Научно-художественная книга, рассказывающая о том, что такое кибернетика, как она возникла, какой прошла путь развития, каковы ее реальные возможности и границы применимости. Большое место в книге отведено показу того вклада, который внесла кибернетика в современную научно-техническую революцию.

Книга предназначена широкому кругу читателей-неспециалистов.

**П 1502000000—123**  
**073(02)—82**

**КБ—4—17—81**

**ББК 32.81**  
**6Ф0.1**

© Издательство «Знание», 1970 г.

© Издательство «Знание», 1982 г.,  
исправленное и дополненное

ОТДАЙТЕ ЖЕ ЧЕЛОВЕКУ —  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ,  
А ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ —  
МАШИННОЕ.

*Н. Винер*

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Признаюсь, я не спешил с третьим изданием «Кибернетической смеси». После выхода в свет в 1970 году она издавалась неоднократно: в 1972 году на украинском, болгарском, словацком языках, в 1973-м — на русском, литовском, чешском, испанском, в 1975-м — на французском, в 1976-м — на эстонском и венгерском.

За все эти годы книга существенным изменениям не подвергалась. Лишь эстонское издательство «Валгус» по своей инициативе добавило в нее оригинально составленный именной указатель, в котором даны краткие биографические справки о ста пятидесяти ученых, инженерах, изобретателях, врачах, спортсменах, шахматистах, поэтах, писателях, философах, упомянутых в книге.

«Кибернетическая смесь» привлекла к себе внимание не только тех читателей, для которых она предназначалась, но и специалистов — математиков, биологов, философов, что, признаться, для меня было несколько неожиданным, но, разумеется, приятным. Ссылки на нее содержатся в фундаментальном издании Института философии АН СССР «Кибернетика и современное научное познание», в труде по философским проблемам кибернетического моделирования, подготовленном МГУ, в монографии математика и музыканта Р. Х. Заринова «Кибернетика и музыка». Есть ссылки и в других научных работах. В печати на книгу появилось более двадцати рецензий, многие из которых были написаны учеными.

Успех книги я объясняю прежде всего тем, что она родилась «ко времени»: о кибернетике после периода острого недоверия к ней стали много говорить и писать, нередко впадая при этом в другую крайность. Но, вероятно, и сам жанр книги в определенной степени причастен к ее успеху, — жанр, предоставивший мне свободу действий и в выборе тем и в манере их освещения.

И здесь не могу не сказать о том, что с самого начала работы над «Кибернетической смесью» я пользовался поддержкой академиков Ивана Ивановича Артоболевского, который, по сути дела, был моим научным

шефом, и тогдашнего председателя совета по проблемам кибернетики АН СССР Акселя Ивановича Берга. Аксель Иванович не только часто беседовал со мной, но и предоставил в мое распоряжение много документов, научных материалов и свой личный архив.

В письмах читателей и в некоторых рецензиях высказывались предложения увеличить число «поводов для разговора о кибернетике». Предлагалось даже изменить название книги на «Сто вариаций на темы кибернетики», чтобы сразу удвоить количество тем. Предложения резонны и, можно сказать, ни в чем не противоречат моему первоначальному замыслу. Однако осуществить их пока трудно по многим причинам, да и менять структуру «Кибернетической смеси» после стольких изданий вряд ли так уж необходимо.

Но, конечно, готовя книгу для третьего издания, я не мог не отразить в ней новых идей. Мне в этом помогли беседы с вице-президентом АН СССР, председателем Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика», академиком Борисом Николаевичем Петровым на тему, которую можно сформулировать, пожалуй, так: «Кибернетика на новом этапе». Причем должен подчеркнуть: во время этих бесед речь шла не только о практических достижениях кибернетики (под этим подразумевается главным образом внедрение в производство автоматов, роботов, широкое применение ЭВМ и мини-ЭВМ), но и об идейной переориентации ее на решение задач, выдвигаемых самой жизнью.

Практическую помощь в подготовке рукописи мне оказали доктор философских наук, профессор Борис Владимирович Бирюков и доктор технических наук, профессор Дмитрий Александрович Поспелов. Приношу им глубокую благодарность.

13 июля 1980 года  
поселок Луцино

Виктор Пекелис



### ТРИДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

Три великих открытия знаменуют последнюю четверть нашего столетия: освобождение атомной энергии, завоевание космоса и рождение кибернетики. Однако если первые два открытия заявили о себе громко и сразу, то появление первых электронных вычислительных машин, а вслед за ними и кибернетики почти никто поначалу не заметил. Но потом все изменилось. Если в первые годы выходили лишь специальные работы, если свое десятилетие она могла отметить отдельными монографиями и первыми популярными книгами, то к своему тридцатилетию кибернетика пришла в сопровождении пестрой свиты из самых разноликих, самых разнообразных книг. Разнообразных не только по жанру, но и по характеру. Спектр их ярк, диапазон их широк. Они охватывают все: от темы «машина думает за нас» до темы «машина думает для нас».

И все эти книги читают. Читают потому, что, как известно, мы живем в годы расцвета кибернетики — науки, которая вызвала своим появлением столько слухов, сенсаций, споров. Интерес к кибернетической литературе

вызван прежде всего тем, что она стремится помочь пониманию таких сложных систем, как машина, мозг, общество.

Прошло то время, когда кибернетика означала для некоторых все, а для большинства — ничего. Сегодня уже многие знают, что кибернетика не оправдала некоторых запальчивых своих обещаний, и поэтому людей занимает вопрос не только об успехах, но и о неудачах кибернетики, о подлинных границах возможностей новой науки. Показать эти возможности — главное для автора книги о кибернетике, но возможности не в утилитарном смысле, а в широком — от практики до фантастики. Люди с интересом читают о кибернетике не для того, чтобы собрать дома вычислительную машину, говорить в семье машинным языком или строить свои взаимоотношения по законам формальной логики. Они хотят знать, что же им ждать от кибернетики во всех областях жизни. Но не каждый отважится взять в руки серьезную книгу, даже научно-популярную.

Вот почему я решил написать «Кибернетическую смесь». Ведь смесь — это коллекция без естественного упорядочивающего отношения. Смесь разрешает брать все и пользоваться всем: серьезной статьей и анекдотом; случаем и математической задачей; курьезным фактом и философским обобщением; «сырым материалом» и законченной новеллой. Но литературная смесь — это отнюдь не простое собрание материала. Нужен строгий отбор по законам литературного произведения, чтобы читатель видел не только единую книгу с единым замыслом и «сквозной» идеей, цементирующей ее материал, но и почувствовал ее философскую направленность, определил актуальные проблемы науки.

Научные истины не лежат на поверхности. Они не только необычны, но и всегда парадоксальны, конечно, если судить на основании повседневного опыта. А он, как говорил Маркс, улавливает лишь обманчивую видимость вещей.

Уйти от обманчивой видимости вещей, увидеть в парадоксальном обычное, а в обычном — парадоксальное, заметить «силу» и «немощь» кибернетики во многом помогает неожиданное сближение далекого, столкновение идей и понятий, дозволенное жанром этой книги.

Такой жанр открывает доступ ко всему интересно, важно, увлекательно. Он позволяет легко и



естественно переходить от темы «язык машин» к бионике, от шахмат к криминалистике, от поэзии к истории, от моделирования к обучению.

Беспокойный калейдоскоп событий, фактов, парадоксов своей разнообразностью, разноцветностью и многообразием может вызвать улыбку, но не бросает тень на подлинную науку. В подобной книге нельзя проявлять малейшего неуважения к науке, ибо сама наука — предмет разговора в книге и ее «лирический герой».

## ДИАЛОГ: ЧЕЛОВЕК — МАШИНА

**Человек:** Были ли вы рады дождю, который прошел сегодня после полудня?

**Машина:** Нет, я люблю больше солнечную погоду.

**Человек:** В жаркую погоду для человека нужна, по крайней мере, одна ванна в день.

**Машина:** Да, я как раз был на улице и изнемогал от жары.

**Человек:** Когда придет рождество, будет холодная погода.

**Машина:** Холодная погода? Да, обычно в декабре морозно.

**Человек:** Сегодня ясная погода. Долго ли она будет продолжаться?

**Машина:** Позвольте мне не лгать. Это подходит больше торговцу. Как же может дождливая погода быть ясной?

Так отвечала на вопросы человека вычислительная машина.

А в лаборатории экспериментальной фонетики грузинского Института языкознания электронная машина, обученная произносить грузинские слова и фразы, при настройке на русскую речь заговорила с характерным кавказским акцентом.

Еще удивительнее, что одна американская машина, распознающая по слуху шестнадцать слов и отлично работающая, с трудом понимает женский голос. Вообще она не терпит небрежности в произношении. Кстати, любопытная деталь: женский голос занимает на пленке гораздо больше места, чем мужской.

Забавно, не правда ли? Но это отнюдь не забава, а серьезная проблема общения человека с машиной.

Мы разговариваем с электронными машинами не так, как удобно нам, а так, как удобно им: на языке машин, на языке программ. Другому мы их пока что не научили. Современный разговор человека с машиной так же сложен, как беседа двух людей, говорящих на разных языках и не имеющих под рукой ничего, кроме словаря.

Одного из тех, чьими трудами была создана кибернетика, Клода Шеннона, эта проблема волновала более всего. Дело в том, говорил он, что детища нашего разума мыслят совсем по-другому, чем мы,— строго, логично, без всяких метафор и ассоциаций. Им поэтому непонятен ни один живой язык: он для них слишком образен. Почти любая разговорная фраза может быть понята по-разному, а у машины нет интуиции, чтобы из возможных значений фразы выбрать единственное нужное.

Это большое неудобство. Нельзя отдать нужный нам приказ машине. Мы не можем командовать голосом, приходится затрачивать время на кодированный разговор. А как нужны были бы машины, подчиняющиеся каждому нашему слову!

Такие машины смогли бы облегчить труд и машинистки и переводчика, печатая или переводя текст с голоса. Они производили бы арифметические действия по команде голосом. Такие машины могли бы работать в промышленности, на строительстве, на транспорте. Буквально всем тогда пришлось бы вступать в переговоры с машинами, учиться говорить с ними, приказывать им.

Сегодня мы подошли к решению этой проблемы. Человек учит машину говорить и слушать. Человек начинает беседовать с машиной на своем — человеческом языке.

Нелегкая это проблема. На решение вопросов только первого этапа осуществления диалога «человек—машина» ученым Института кибернетики АН УССР понадобилось десять лет.

Машина должна не только научиться воспринимать звуковую информацию непосредственно, а не в кодированном виде, но и так развить свой язык, чтобы он стал похож на наш, стал близок к нему. Короче, машине необходимо иметь нечто такое, что мы называем лингвистическими способностями.

Для этого надо преодолеть противоречие между языком человека и языком машины, между свободой, гиб-

костью и образностью, с одной стороны, точностью и однозначностью — с другой.

Когда мы говорим с машиной, сигнал переходит из внешней — немашиной — среды во внутреннюю — машинную. И наоборот, при ответе машины — из внутренней среды во внешнюю.

Что же происходит внутри машины?

Звуковые колебания преобразуются в электрические, как в обычном микрофоне. Затем в специальных фильтрах эти колебания просеиваются, сортируются по частоте.

Пройдя через фильтры, сигналы сравниваются с хранящимися в памяти машины «образцами» слов.

Машина уже сегодня в состоянии воспринять с голоса несколько сот команд, а иногда и больше, и даже отдельные предложения. Мало? Конечно. Но ведь это лишь детский лепет машины. Придет время, и она заговорит как взрослая.

Пока машина подобна гоголевскому Петрушке, который радовался лишь тому, что «вот-де из букв вечно выходит какое-нибудь слово». А надо, чтобы она вникала и в смысл слова, умела понимать слова или, как говорят, распознавать образы речи. Эта задача потруднее.

В Америке была опробована программа, уважительно названная «Сэр». С ее помощью от машины добились ответа на вопрос: «Сколько пальцев у Джона?» Много времени и сил было затрачено, чтобы получить ответ на такой простой вопрос.

У нас еще в 1963 году молодой ученый, заведующий отделом программирования Вычислительного центра Сибирского отделения АН СССР Андрей Ершов, ныне член-корреспондент Академии наук СССР, крупнейший специалист в области системного программирования, предложил установить между человеком и машиной своего рода «динамический союз». Автор объясняет его так.

Предположим, что машина владеет некоторым входным языком, представляющим достаточно содержательную формализацию русского языка. Человек, не знающий этого входного языка, обращается к машине в привычной и удобной для себя форме. Электронная машина по заложенной в нее программе определяет, понятен ей заданный текст или нет. Если текст понятен, она начинает выполнять задание. Если непонятен, машина,

выделив неясные места, задаст серию вопросов. Человек снова говорит в привычной для себя форме, которую сочтет в данный момент самой подходящей: объяснит машине неясные вопросы «другими словами». Машина, получив эти перефразировки, подставит их в текст и снова проанализирует.

Если ей опять что-то неясно, она задаст еще серию вопросов, и, таким образом, между человеком и машиной завяжется диалог. В результате этого диалога человек будет все больше и больше упрощать формулировку задания, пока оно не станет полностью понятным машине.

Такой разговор, пожалуй, можно сравнить с диалогом учителя и не очень понятливого ученика. Ученик никак не может понять, чего добивается от него учитель, и задает вопросы до тех пор, пока тот ему все «не разъясит». Только в случае диалога человека с машиной все гораздо сложнее. Здесь человек приспосабливается к возможности машины, и человек и машина как бы привлекают друг к другу.

Но может случиться, что машина поймет задание не так, как человек.

Давайте посмотрим, как это происходит в обычной, «неговорящей» машине. Когда человек впервые подходит к ней с программой, у него нет полной уверенности, что программа соответствует поставленной задаче. Процесс отладки машинной программы — это, по существу, тот же диалог человека и машины, только в иной форме. Аварийные остановки машины — это сигналы о невосприятии задания. Исправления, вносимые в программу, — это перефразировки исходного текста, стремление к тому, чтобы машина все-таки восприняла наше задание.

Но вернемся к аналогии с учителем и учеником. Когда учитель передает ученику новое задание, он не жалеет слов, чтобы точно объяснить смысл задачи. Однако когда учитель повторно дает задание, он полагает, что ученик или совсем не задаст вопросов, или задаст такие, которые относятся только к огличию повторного материала от первого.

Во взаимоотношениях человека и машины надо добиться, чтобы машина с каждым заданием становилась все «понятливее», чтобы, получая аналогичные задания, она не задавала одних и тех же вопросов. Иначе гово-

ря, надо, чтобы машина сохранила в своей электронной памяти «протоколы» бесед с человеком и свои новые знания употребляла в дальнейшей работе. Этот интересный метод нашего талантливого ученого не что иное, как обучение машины человеческому языку.

Надо сказать, что член-корреспондент АН СССР Андрей Петрович Ершов с упорством и успехом трудится в весьма сложной области. Сегодня он, можно сказать, стал неким символом, живым воплощением идеи общения человека и машины. Им высказана интересная мысль о своеобразном диалоге «человек—машина» и сформулированы основные положения методологии построения диалоговых систем. Он впервые ставит вопрос об общении человека с машиной на естественном языке при использовании так называемого феномена деловой прозы, то есть средства общения между людьми в сфере производства.

Автор нового подхода утверждает, что деловая проза складывается в последнее время именно на основе машинного производства, автоматизации и средств массовой информации. Поэтому, считает он, и возникает необходимость научить машину полностью понимать и воспринимать деловую прозу. Он думает, что эффект деловой прозы позволит на каждом уровне выделить подходящие фрагменты языка, которые, не создавая искусственных ограничений человеку, в то же время ограничивали бы словарь, а через него — объем рекомендуемых смысловых отношений.

Для реализации идеи, считает А. П. Ершов, необходимо, чтобы вначале лингвисты изучили феномен деловой прозы и подготовили машинизированный фонд русского языка.

Ну а в реальном виде, на практике есть «говорящие», «слушающие», «понимающие» машины; вступили ли они в прямое общение с человеком без посредников?

Появились специальные системы, воспринимающие информацию по телефону и после переработки выдающие ее по телефону. В одной из них машина распознавала до двухсот пятидесяти слов. Затем этот запас расширили до полутора тысяч слов. Как полагают, она найдет применение в торговле — оптовой и розничной, в приеме заказов, в банках, в страховании, управлении воздушными перевозками, справочной службе.

Спроектирована и опробована система, которая распознает до девяноста пяти процентов фраз, произносимых пятью различными лицами. Для составления фраз используется словарь из 1011 слов.

Построена даже машина, словарь которой составляет шестьдесят тысяч слов! Она «понимает» и имитирует человеческий голос, воспроизводя тональность речи.

В Институте проблем передачи информации АН СССР и Вычислительном центре АН СССР разработали устройства, с помощью которых провели первую практическую попытку речевого ввода данных для расчета на машине оптимальных параметров газопровода.

Давно уже трудится в одном из наших приборостроительных заводов система «Волна» для контроля смонтированных приборов. Она автоматически обнаруживает неисправности и сообщает о них письменно, визуально и человеческим голосом. Специалисты считают систему весьма способным учеником, который со временем «сможет овладеть неограниченным количеством слов и выдавать голосом команды любой сложности».

Есть надежда в будущем организовать совместную работу ЭВМ и человека в «речевом контакте». Человек сможет направлять работу машины, «подбрасывая» ей новые идеи по ходу работы, а машина, вероятно, сумеет «пожаловаться», если надо, на возникающие при этом трудности и объяснит человеку характер препятствий, встретившихся при решении той или иной проблемы.

Когда машина научится человеческому языку, она, вероятно, будет перерабатывать речь человека гораздо быстрее, чем это делают люди. И может сложиться ситуация, в которую попал Анатолий Франс, когда к нему как-то пришла наниматься на работу стенографистка.

— Мсье,— сказала молодая девушка,— я могу стенографировать со скоростью сто пятьдесят слов в минуту.

— Да, но где же я вам возьму столько слов? — ответил удивленный писатель.

Где люди возьмут столько слов, чтобы удовлетворить быstroдействующие говорящие автоматы? Не предъявят ли они нам протест за длительные простои?..

Много проблем возникает, если представить себе «электронный мозг», работающий в «говорящем ключе». Машины приобретут возможность не только общаться с людьми, но и друг с другом. Одна машина сможет структурировать другую и даже человека.

Машина, голосом отдающая команду человеку, психологически — это не одно и то же, что машина, молча ждущая от него каких-либо действий. В таких ситуациях инженерным психологам есть над чем задуматься. Мы до сего времени не можем привыкнуть к неживой электронной музыке. Каково же будет привыкать к разговору с неживой машиной?

Лишь люди владеют искусством речи. Они с ее помощью довели до совершенства степень взаимопонимания. Иной раз высокая степень понимания возникает между животными и человеком. Собака, например, часто гораздо лучше понимает человека, чем другую собаку.

Теперь в этот мир взаимопонимания вступает и машина. Вступает не молча, а с первыми словами. Не надо забывать, однако, что научил ее произносить их человек.

### **НЕ ВДРУГ, НЕ СРАЗУ**

Винер. Кибернетика. 1948 год. Эти слова сейчас — своего рода кибернетические синонимы. Винер по праву назван отцом кибернетики. Его книга «Кибернетика» появилась в 1948 году и потрясла многих неожиданностью выводов, оказала ошеломляющее влияние на общественное мнение. Ее появление можно уподобить исподволь подготовленному взрыву.

В истории кибернетики, как и в любой другой науке, два периода: накопление материала и оформление его в новую науку. Иными словами, «кибернетический взрыв», совершенный Винером, был подготовлен в процессе накопления знаний, которое привело к рождению нового качества.

«Если я видел дальше, чем другие, то потому, что я стоял на плечах гигантов». Так говорил Ньютон. Его слова приводит Винер, полагая, вероятно, возможным отнестись их на свой счет.

Гюйгенс, создав маятниковые часы, ввел в технику новый вид связи между управляемым и управляющим органами. Правда, только через два с половиной столетия Е. Румер дал ей имя — «обратная связь». Обратная связь стала основой автоматических систем.

Тогда же — в XVII веке — возникла теория вероятностей. Ее роль в математическом аппарате кибернетики весьма и весьма существенна.

Постепенно обогащалась и практика создания автоматов. Уже XVIII век демонстрирует автоматические ткацкие станки и даже такие, как жаккардовские, работавшие по программе, записанной на перфорированных картах. Были и самопишущие приборы и всевозможные регуляторы. И «главный» из них — регулятор Уатта, сыгравший очень большую роль в развитии автоматики.

Своеобразие истории вычислительной техники знаменательно тем, что первые счетные машины сразу же открыли перед человеком возможность механизации умственной работы. Здесь нельзя обойти вниманием «Математическое исследование логики» Джорджа Буля. Оно положило начало разработке алгебры логики, которой широко пользуется теперь кибернетика.

Когда в теории вероятностей возник новый раздел — теория информации, универсальность новой теории, хоть и не сразу, стала ясна всем. Обнаружилось, например, соответствие между количеством информации и мерой перехода различных форм энергии в тепловую — энтропией. Впервые на это указал в 1929 году известный физик Л. Сциллард. Впоследствии теория информации стала одной из важных основ в кибернетике.

В XIX веке заметны достижения и в физиологии высшей нервной деятельности. Особенно в исследовании процессов обучения животных. Впоследствии, в 30-х годах нашего столетия, заметным явлением стала теория физиологической активности Бернштейна, еще позже принцип функциональной системы Анохина — две работы выдающихся советских биологов.

Вот буквально в нескольких словах о том фундаменте, на котором возникла кибернетика. Он был заложен развитием всей науки.

Накопление материала создало условия и возможности для широких обобщений, осмысления фактов под новым углом зрения, названным потом кибернетическим.

Как говорится в одной из работ по истории кибернетики, «уже в первой трети двадцатого века ясно обозначилась такая ситуация: с одной стороны, быстрый прогресс в области автоматики, в области теории и техники построения самоуправляющихся систем, с другой стороны, все большее и большее торжество «инструментальной тенденции в физиологии», ведущее к представлению о живом организме как о самоуправляющейся



системе. Сближение технических средств, используемых и в физиологии и в автоматике, сопровождается взаимным обменом принципами построения структурных схем, идеями моделирования, методами анализа и синтеза систем».

Идеи каждой эпохи видны в ее технике. XVII век заявил о себе боем часов и торжеством теории Ньютона. А конец XVIII и все XIX столетие свистом пара — господством паровых машин. Физика Ньютона была дополнена физикой Карно и Джоуля. Наше время — время господства электричества, и свое отражение это нашло в связи и управлении.

Именно через связь и управление объединяются все теории, которые лежат в основе кибернетики и являются ее фундаментальными понятиями.

Важно отметить и другое. Если раньше изучение сложных образований сводили к расчленению их на части, к отысканию для этих частей элементарных законов, то со временем перед наукой встает вопрос об изучении сложного без такого расчленения на отдельные элементы. Постепенно происходила и переориентация научного мышления. Наука переходит от изучения упорядоченной простоты (характерной для классической механики) и беспорядочной сложности (в статистической физике) к исследованию организованной сложности (особенно свойственной кибернетике).

Вот почему в тридцатые и сороковые годы в разных странах возникают группы ученых, упорно ведущих поиск в направлениях, что обозначились при совместных подходах физики, математики, техники, физиологии к проблемам связи и управления.

Как рассказывал мне однажды академик И. И. Артоболевский, еще до войны в системе Академии наук СССР была создана комиссия по автоматике и телемеханике, в которую входили не только инженеры, но и ученые, в частности биофизик академик П. П. Лазарев.

— Многие ученые тогда уже понимали, что автоматизация — непреложный закон прогресса, — вспоминал Артоболевский. — Мы пытались применить программы для управления работой сложных механизмов. Это было дальнейшее развитие жаккардовской идеи, но не на механическом, а на электрическом принципе. Попытка наша основывалась на том, что между процессами в механических и электрических системах есть аналогии,

одинаково описываемые дифференциальными уравнениями. Можно было бы по заданным уравнениям управлять сложными системами. К сожалению, нас не поддержали. А некоторые философы даже обвинили, бог знает почему, в ...идеализме.

В некоторых исследованиях упоминается, что приблизительно в это же время во Франции физиолог Л. Лапиг и специалист по вычислительной математике Л. Куффиньяль собирают ученых для обсуждения общих проблем.

В Англии еще в 1936 году математик А. Тьюринг опубликовал работу, описывающую абстрактную вычислительную машину. Широкие взгляды ученого во многом предвосхитили некоторые проблемы кибернетики. К ним проявляли тогда интерес и Дж. Холдейн, и С. Леви, и Дж. Бернал.

В США инициатором объединения ученых многих специальностей для совместного обсуждения далеких, казалось бы, друг от друга проблем в 1936 году стал крупный математик Норберт Винер.

Важным рубежом в становлении науки об управлении и связи был 1943 год, когда в Принстоне Винер собрал на неофициальный семинар группу нейрофизиологов, инженеров-связистов, конструкторов вычислительной техники. Он посадил за один стол специалистов, которые раньше не только не знали друг друга, но даже чуждались один другого.

Все они были несколько удивлены, что заговорили на одном языке, хотя словарь его содержал термины из их столь разных наук.

Именно здесь было узаконено слово «память», объединившее различные методы хранения информации. Именно здесь термин «обратная связь» перекочевал из электротехники и автоматики в науку о животных организмах. Именно здесь все согласились измерять количество информации битом.

«Я считаю,— писал впоследствии Винер,— что встреча в Принстоне дала жизнь новой науке кибернетике».

Таким образом, Винер, как полагают многие, дважды стал создателем кибернетики. Сначала заложив ее теоретические основы, а затем завоевав ей официальное и всеобщее признание.

Чрезвычайно важно отметить, что группа Винера для развития своих идей брала все, что можно было

взять, подробно и скрупулезно ссылаясь на работы разных ученых в самых неожиданных областях науки.

«Если бы мне пришлось выбирать в анналах истории наук святого, покровителя кибернетики, то я выбрал бы Лейбница,— пишет Винер в книге «Кибернетика».— Философия Лейбница концентрируется вокруг двух основных идей, тесно связанных между собой: идеи универсальной символики и идеи логического исчисления». Винер ссылается и на Б. Рассела, своего учителя, которому он многим обязан как ученый. Он говорит об особой роли Джона Неймана в создании кибернетики: Нейману принадлежит одно из первых исследований по теории игр и основополагающие работы в исследовании общих принципов систем управления, в частности по теории (конечных) автоматов.

Основоположник кибернетики указывает, что некоторые из его изысканий связаны с одной из ранних работ советского ученого Колмогорова. Об этом выдающемся нашем математике Винер говорит неоднократно. «Когда я читаю труды академика Колмогорова,— пишет Винер,— я чувствую, что это и мои мысли, это то, что я хотел сказать. И я знаю, что такие же чувства испытывает академик Колмогоров, читая мои труды». И далее: «Вполне возможно утверждать, что Колмогоров не только независимо разобрал все основные вопросы этой области, но и был первым, опубликовавшим свои результаты».

Винер в своих работах упоминает имена советских ученых Крылова, Боголюбова, Гуревича, Козуляева, Крейна.

Особое место занимает Павлов. Павлов, считает Винер, смело совершил переход от «статичного образа мыслей к более динамичной точке зрения современности».

Существенно, что Винер ссылается на Павлова тогда, когда говорит о сходстве в работе вычислительных машин и нервной системы живого организма.

В итоге этого обзора хотелось бы подчеркнуть следующее. Винер, работая над книгой «Кибернетика», надеялся только на то, что его мысли найдут хотя бы какой-то отклик.

Ни он, ни его коллеги не могли «представить, какое волнение они (мысли.— В. П.) вызовут, появившись в печати».

«Когда «Кибернетика» стала научным бестселлером, все были поражены, и я не меньше других», — заключает Винер.

Вероятно, история кибернетики — лучший пример соответствия научной идеи своему времени.

Теперь, когда страсти улеглись, когда кибернетику принимают трезво, без «левых» и «правых» уклонов и перестали обвинять во всех смертных грехах и наделять безмерными возможностями, стало ясно, что начальный этап ее развития был значительно богаче идеями, нежели период зрелости. Тогда высказывалось больше предположений, нежели такого, что можно было бы использовать на практике.

Нет лучшего судьи, чем время.

### **СУЩЕСТВО ДЕЛА И ТОЛЬКО СУЩЕСТВО ДЕЛА**

...Поэта вдохновило зимнее утро, и он в стихах передает его красоту:

Под голубыми небесами  
Великолепными коврами,  
Блестя на солнце, снег лежит;  
Прозрачный лес один чернеет,  
и ель сквозь иней зеленеет,  
И речка подо льдом блестит.

...Художник, покоренный могуществом сил революции, отражает ее по-своему: он изображает ее смелой и сильной богиней, зовущей народ к подвигу.

...Вечевой колокол, звучавший на Руси «во дни торжеств и бед народных», — толчок к сочинению оратории, призывающей народ на борьбу с иноземцами.

«Описания чувственно воспринимаемого мира» — так называют ученые произведения литературы и искусства.

Считают, что среди описаний реальной жизни — чувственно воспринимаемого мира — наиболее гибким, чутким, богатым оттенками является словесное описание. Действительно, что только не опишешь словами, какие только нюансы не придашь сказанному, как только не расскажешь об увиденном!

Писатель увидел море. Оно поразило его своей необычностью в эту минуту, чем-то отличным от вчерашнего, и он написал: «Море смеялось»; он так воспринял его.

Но в словесном описании предметов и явлений много субъективного, личного. Только он, Горький, увидел, что море смеялось. И уж так ли достоверно, именно достоверно, что море смеялось?

Да, словесное описание гибко, богато оттенками, но субъективно и отличается «невысокой степенью достоверности».

Есть другой, совершенно противоположный подход к описанию картины жизни, картины природы. Тогда отбрасывается и цвет моря, и игра красок при перекате волн, и пена прибоя на берегу. Тогда море описывается символами химических элементов — это то, из чего оно состоит, и математическими уравнениями — они характеризуют протекание различных процессов.

Эту особенность научного подхода всегда подчеркивают сами ученые, говоря, что наука пишет увлекательную повесть о сокровенных тайнах природы не на том красочном языке, вызывающем живые ассоциации и яркие образы, а на своем языке, где все индивидуальное, субъективное приносится в жертву абстрактному, объективному, общему.

Сухие и строгие схемы, графики, чертежи, формулы, таблицы, уравнения, символы оголяют существенные черты действительности, реального мира, описывают «конструкцию» реальной жизни, отмечают взаимосвязи в природе.

Очень справедливо, очень точно разницу между научным методом познания жизни и методом познания, свойственным искусству, определяют следующие слова: если искусство заставляет нас плакать и смеяться, то наука — понимать и вычислять.

Художник, композитор, поэт говорят нам о цветах и звуках. Ученый «закрывает» глаза на красоту красок и переливы звуков. Он в цветах и звуках выделяет их основные характеристики, только то, что делает цвет — цветом, а звук — звуком: ученый сводит и цвет и звук к определенным длинам волн и исследует законы, которыми они подчиняются.

Как же именно наука познает природу? Какие методы она применяет? Какими инструментами пользуется?

Для этого есть целый арсенал средств, можно сказать, целый набор подходов к явлениям действительности. Например, выделение главного, объективного, общего, не обращая внимания на частности.

Другой подход — идеализация, когда рассматривают общие, существенные черты и свойства, придумывая некие идеальные варианты изучаемых объектов. Для этого придуманы и абсолютно черное тело, и абсолютно твердое тело, и идеальный газ, и абсолютно твердая поверхность, и несжимаемая жидкость и так далее.

Вот выписка из сугубо специального научного труда — «Избранных работ по кристаллофизике и кристаллографии» Ю. Ф. Вульфа.

«Действительная поверхность Земли, с ее бесконечным чередованием возвышений и понижений, весьма неправильна. Чтобы получить представление о форме Земли, изучают не реальную, а некоторую теоретическую поверхность, внося в понятие о фигуре Земли элемент отвлечения от существующих на Земле неровностей, то есть рассматривая ее с достаточно значительного расстояния, на котором все неровности теряются. Подобный прием вполне оправдан тем, что радиус Земли по сравнению с самыми высокими горами и самыми глубокими океаническими впадинами очень велик и наличие гор и впадин не нарушает общего «математического» вида планеты».

Научное познание прибегает к таким упрощениям, чтобы выявить «жесткие» черты изучаемого предмета, чтобы уточнить его свойства, чтобы очертить его контур, чтобы узнать его «конструкцию»

Иными словами, какой бы принцип — отождествление, идеализация, упрощение, абстракция и так далее — ни был положен в основу метода познания, всегда идет огрубление, оголение, заострение — выделение главного, общего, основного.

Добыв таким образом знания, ученые идут дальше. Закономерности, обнаруженные ими, уточняются, конкретизируются, обобщаются — становятся основой научной теории.

В энциклопедии все это сформулировано лаконично и ясно: «Уточнение содержания изучаемых предметов, которое давало бы право оперировать с ними с помощью математических методов, называется формализацией».

Там, где утвердился, где хозяйничает формализация, нет места неопределенности, двусмысленности. В формализованной науке возможно максимальное обобщение, возможно оперирование понятиями автоматически,

Всегда и везде, что бы мы ни формализовали, что бы ни подвергали формализации, суть этого процесса сводится к выявлению «жесткого существа дела», без которого не может быть построена научная теория.

Но как же это огрубить, оголить, раздеть — формализовать?

Прежде всего надо составить перечень исходных элементарных понятий в области науки. Составление такого перечня — дело не одного ученого и даже не одного поколения ученых; это результат длительного развития данной области знаний, глубокого логического анализа структуры этой науки. Перечень должен быть как можно более полным, чтобы в нем не были упущены основные понятия. Для математики, например, на составление такого перечня ушло два тысячелетия, и процесс этот все еще продолжается. В развитии математики мы наблюдаем сложное переплетение содержательного и формализованного. Полностью же невозможно формализовать не только всю математику, но даже арифметику натуральных чисел. Об этом говорят знаменитые ограничительные теоремы математической логики.

Но это еще далеко не все. Формализация предполагает также построение системы аксиом по принципу «от и до». Системы, подчиняющиеся строгим требованиям. Прежде всего, это требование непротиворечивости.

Рассказывая о формализации, следовало бы еще упомянуть о таких понятиях, как «список аксиом», «полнота», «разрешимость», «независимость». Но все это понятия сложные, кратко о них не скажешь. К тому же все, что они охватывают, должно быть выражено, записано, сказано на особом языке символов.

То, что призвана выявить формализация — «жесткое существо дела», — вещь почти всегда довольно капризная, ускользающая из рук, трудно нащупываемая. Но это еще полбеды. Даже будто бы выявленное, найденное, оно требует уточнения в процессе развития науки.

Посмотрите, как менялось со временем учение о природе света не за такой уж долгий промежуток времени — сто с лишним лет, с XVII по XIX век. Сначала считалось, что свет несут светонесные частицы — корпускулы. В 1690 году в знаменитом «Трактате о свете» Гюйгенс обосновал волновую теорию света. И только в XIX веке, применив новейшие методы исследования, используя новейшие достижения естествознания, была построена

электромагнитная теория, доказывающая, что в оптическом диапазоне начинают отчетливо проявляться одновременно как волновые, так и корпускулярные свойства электромагнитного излучения.

Или другой пример. Немецкий философ Иммануил Кант считал, основываясь на знаниях своего времени, что принципы химии являются чисто эмпирическими, чисто практическими, «а потому ни в малейшей мере не объясняют возможных правил химических явлений, будучи непригодны для применения математики». То есть Кант сомневался в том, что химик сможет предсказать ход химической реакции. А вот у современного химика по этому поводу нет никаких сомнений: сейчас специалист по физической химии, пользуясь математическими выкладками, способен описать многие реакции даже и не ставя опыта.

Формализация частенько вступает в противоречие с новым положением в науке, когда прежние методы становятся недостаточными, маломощными, неспособными отразить «жесткое существо дела». На смену прежним методам приходят новые, более совершенные. Так формализация скачет по лестнице прогресса. Поэтому прогресс научного познания выступает и как процесс совершенствования применяемых в познании средств формализации.

Такое положение вещей совершенно закономерно. Оно отражает суть процесса познания. Оно — своеобразная иллюстрация той закономерности в овладении знаниями о мире, о которой В. И. Ленин писал: «Человек не может охватить — отразить — отобразить природы *всей*, полностью, ее «непосредственной цельности», он может лишь *вечно* приближаться к этому, создавая абстракции, понятия, законы, научную картину мира и т. д. и т. п.».

Итак, формализация призвана выявить «жесткое существо дела», заковать в тесные и сухие цепи логико-математических символов все индивидуальное, неповторимое, особенное. Она как бы вырывает из действительности, из реального мира только то, что можно уложить в «строгие системы». Поэтому формализация вызывает впечатление оторванности данной области науки, ее отчужденности от жизни. Создается впечатление, что она — продукт «чистого разума» математиков и логиков.

Но такое впечатление в корне не верно: как бы ни



казались формулы, символы существующими сами по себе, формализация, оперирующая ими, всегда, везде, во всем — процесс выявления различных сторон реального мира. В конечном счете не символы, а содержание — вот что интересует науку. Формализованная наука лишь тогда имеет смысл, когда ее можно практически применить. Иногда разрыв во времени между формализованной теорией и ее применением бывает немалый — столетия или тысячелетия. Но практический смысл формализации всегда можно проверить.

Сейчас говорят об узком и широком значении слова «формализация».

В узком смысле — это такое уточнение содержания изучаемых предметов, когда можно оперировать с ними математически, рассматривать под чувствительным «математическим объективом». А в широком смысле под формализацией понимают изучение предметов, уточнение их содержания, их «конструкцию» по правилам формальной логики.

Интересно отметить, что даже такая математизированная наука, как кибернетика, не формализована. Даже не существует до сих пор единого общепринятого определения кибернетики. И хотя прямой связи между определением науки и ее формализацией не существует, я не могу здесь не воспользоваться случаем, чтобы не сказать несколько слов об определениях кибернетики.

Мною собрана целая коллекция определений. Я не включал в нее неопубликованные или же шуточные вроде: «Кибернетика — это то, чем занимаются люди, называющие себя кибернетиками».

Начал, естественно, с классического определения «отца кибернетики» Норберта Винера: «Наука об управлении и связи в живых организмах, машинах и обществе». Все остальные (а всего их у меня набралось около пятидесяти) расположились между сверхлаконичным — «наука об управлении» и парадоксальным — «кибернетика не есть в точности ни наука, ни дисциплина, но движение идей».

Вот определение одного из первых кибернетиков, биолога У. Росс Эшби, который, по словам академика Колмогорова, основательно изучил отвлеченную математическую сторону дела: «Кибернетика дает нам общий комплекс понятий, которым можно подчинить соответ-

ствующие аналогии из любой отрасли науки и техники и таким образом найти взаимосвязи между ними».

Определение самого Андрея Николаевича Колмогорова, выдающегося нашего математика: «Наука, занимающаяся изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления».

Французский кибернетик Л. Куффиньяль на первый взгляд согласен с этим, но отказывает кибернетике в праве называться наукой: «Кибернетика — искусство обеспечивать эффективность действия».

Для члена-корреспондента АН СССР А. А. Маркова, известного математика, кибернетика, — это «общая теория причинных сетей, трактуемых с точностью до изоморфизма».

А вот, можно сказать, два «официальных» определения кибернетики.

Первое. «Наука о процессах управления в сложных динамических системах, основывающаяся на теоретическом фундаменте математики и логики, а также на применении средств автоматизации, особенно электронных вычислительных, управляющих и информационно-логических машин» — дано на 495-й странице второго тома «Философской энциклопедии». Сформулировано оно в соответствии с идеями Акселя Ивановича Берга.

Второе. «Наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах» — дано на 440-й странице первого тома «Энциклопедии кибернетики». Сформулировано оно академиком Виктором Михайловичем Глушковым.

«Кибернетика — наука о системах, обладающих жизнедеятельностью, т. е. поведением, целью которого является выживание». Такое определение дал английский кибернетик Стаффорд Бир, назвавший кибернетику еще и наукой со «сложной родословной и большими требованиями».

Академик Борис Николаевич Петров, по совету которого я и собирал определения кибернетики, считал, что наличие многих определений, часто исключаящих друг друга, говорит об отсутствии не только единого, а хотя бы более или менее определенного мнения о предмете науки. Как это ни странно, но кибернетика, достигнув известной степени зрелости, сама своим развитием поставила вопрос о необходимости сузить свой предмет.

Вряд ли сегодня кто-либо будет повторять вслед за экспансивными французскими учеными, сказавшими однажды: «Кибернетика управляет миром!» Многим стало ясно: надо исключить из круга интересов кибернетики все, что решается обычными традиционными «докибернетическими» способами, и развивать новые нетрадиционные методы — чисто кибернетические. В частности, то, что теперь называется «искусственный интеллект», то, что связано с адаптационными, приспособительными явлениями, как внешними, так и внутренними — в самой системе.

Вот к каким выводам приходишь, когда начинаешь добираться до существа дела и только существа дела.

### ШАГАЯ ПО ВЫСТАВКАМ

Неплохо придумали люди: собирать вместе раз в несколько лет самое интересное, самое умное, самое выдающееся, что они сумели сделать. И не для хвастовства. Нет, не тщеславие движет ими, а желание сделать землю благоустроеннее и жизнь свою содержательнее.

Если мысленно пройти по выставкам, то все собранное здесь позволяет, образно говоря, подняться со ступеньки на ступеньку по лестнице научно-технического прогресса от первого водяного колеса до...

Но прежде чем назвать нынешнюю ступеньку прогресса науки и техники, посмотрим на выставки прошлого. Каждая выставка — новая ступенька, каждая ступенька этой лестницы выше предыдущей, но ни одна не могла бы появиться без предшественницы.

Два века отделяют нас от первой в мире промышленной выставки. В Лондоне в 1761 году люди показали главное свое достижение — земледельческие машины.

На второй выставке — в 1767 году — первенствовали только что изобретенные ткацкие и прядильные станки.

1851 год — первая Всемирная выставка. Потом их было много. Только с 1851 по 1914 год — восемнадцать.

Знаменита Парижская всемирная выставка 1889 года. Торжествующий XIX век. Век, подаривший миру железные дороги, автомобили, электричество. Гвоздь выставки — прославленная Эйфелева башня, символ «железного века», и Дворец машин.

Через полстолетие в Нью-Йорке человечество продемонстрировало свое электрическое могущество.

Юбилейная — тридцатая по счету — Брюссельская всемирная выставка проходила в 1958 году под девизом «Человек и прогресс». Нашумевший стодесятиметровый «Атомнум» символизировал наступление века атомного.

В Канаде, в городе Монреале, весной 1967 года открылась одна из крупнейших выставок в истории человечества — «ЭКСПО-67». В ней участвовало 62 государства мира, 493 сооружения вместили все, что смогли доставить для показа достижений в экономике, науке, строительстве, культуре, чтобы раскрыть духовные и материальные стремления людей, дать общую характеристику человеческого гения.

В Монреале не было сооружения-символа. Но символ был в каждом павильоне. Даже в павильоне молодого Туниса стояла... электронная вычислительная машина.

Ровно через три года в Японии неподалеку от города Осака открылась очередная Всемирная выставка «ЭКСПО-70». Она должна была продемонстрировать миру «Прогресс и гармонию человечества».

Я был на этой выставке. Как и все, невольно, обратил внимание на главное сооружение — «Башню Солнца».

В центре огромного поля массовых действий возвышалась конусообразная стометровая глыба, чем-то напоминавшая белую сахарную голову. Это, действительно, голова, но только голова человека какой-то расплывчатой, неопределенной формы. «Башня Солнца» и впрямь смотрит как некое очеловеченное светило. Но это на первый взгляд. Стоит повнимательнее присмотреться, и башня-голова постепенно становится похожей просто на пьедестал для большого золотого диска. Он так легко посажен на голову-пьедестал, словно парит над ней, над большой площадью, над всей выставкой, над всем миром.

Но что это? С отливающего золотом светила на вас смотрят в упор два прожектора — два глаза.

Не знаю, как на других, а на меня «Башня Солнца» не произвела впечатления золотого светила, а показалась таким циклопом-роботом кибернетического века. И это, вероятно, потому, что «ЭКСПО-70» буквально

была пропитана электроникой. Она, можно сказать, вся отражалась в некоем электронном зеркале.

На выставке всюду господствовала великая сила электроники. Это был какой-то сказочный мир, полный электронных реальностей и даже кибернетических иллюзий. Да, кибернетических буржуазных иллюзий. Не случайно здесь был павильон, перед входом в который можно было прочитать: «Идеальное общество, созданное компьютером, — Компьютопия — мечта сегодняшнего дня!»

Не обошлась без электроники и Всемирная выставка 1975 года в Окинаве, не обойдется и Всемирная выставка 2000 года в Париже.

Век электроники, век кибернетики, научно-техническая революция, приведшая к полному перевороту в научных исследованиях, в технике. Наступление невиданного могущества машин, которые теперь помогают не только мышцам, но и мозгу.

Никогда еще в истории человечества с такой стремительностью машины не проникали во все поры жизни. Вторжение электроники — поистине тотальное вторжение. Вычислительные электронные машины хлынули в науку, технику, промышленность, словно поток воды через открытые створы плотины.

Не успели люди оглянуться и посмотреть, что же произошло в мире с рождением этих машин, как темпы роста счетного электронного машиностроения обогнали темпы роста других отраслей промышленности. В 1955 году по отношению к росту перерабатывающей промышленности в ФРГ увеличение было на 546 процентов, в Италии — на 505, а в Англии — на 303 процента.

Первые электронные машины США вышли из стадии лабораторных исследований и стали доступны для применения в 1950 году. Было их всего пятнадцать. В 1958 году число больших машин достигало полутора тысяч. В 1959 году на электронные вычислительные машины американские фирмы тратили около полутора миллиардов долларов, а в 1969 — двадцать один с половиной миллиард. В 1960 году больших машин было около пяти тысяч, а к концу 1967 — сорок тысяч. К концу 1975 года их число в крупнейшей капиталистической стране достигло сотен тысяч. А прогноз на восьмидесятые годы указывал число, близкое к полумиллиону.

Та же картина наблюдается и в других промышленных странах. Во Франции в 1959 году было двадцать крупных ЭВМ, а в 1969 — пять тысяч, в Японии в 1957 году только три большие машины, а в 1969 году — 5601!

Если общее количество электронно-вычислительных машин в 1949 году можно было во всех странах пересчитать по пальцам, то в 1966 году их стало тридцать тысяч, в 1969 году — семьдесят пять тысяч, а сегодня, как предполагают, перевалило за миллион.

В наши дни во всем мире множество крупных организаций и предприятий занято производством вычислительной техники. Стоимость созданной за один день электроники определяется астрономическими цифрами. Электроника поднялась на пьедестал почета и заняла первое место в производстве, опередив даже таких конкурентов, как атом и космос.

Стремительно растет выпуск электронных вычислительных машин и в Советском Союзе. Отправная точка, 1950 год, — сто процентов. Через пять лет 737 процентов. Проходит только год, и скачок за тысячу — 1171 процент. К 1965 году выпуск увеличился в 4,7 раза по сравнению с 1958 годом, к 1970 году, продолжая неуклонно расти, он превзошел 1965 год в 4,8 раза, а за годы девятой пятилетки увеличился еще более чем в 4 раза. В ближайшее время СССР выйдет на одно из первых мест в мире по производству электронных вычислительных машин.

Специалисты утверждают, что вычислительные электронные машины — это тот рычаг, с помощью которого человечество достигнет невиданного творческого расцвета и освобождения от уймы будничных житейских дел.

### **МАШИНЫ, СКОРОСТИ, БУДУЩЕЕ**

Пожалуй, не было в истории техники подобного случая. Машина, еще не успев удивить людей, становится музейным экспонатом, редкостью, большей, чем, допустим, авто начала века. Именно такая участь у первых вычислительных машин, наших современниц.

Вот ЭНИАК, которому поклонялись вычислители. Сложная тридцатитонная громадина в зале площадью в сто пятьдесят квадратных метров, сорок отдельных

панелей, восемнадцать тысяч электронных ламп, полторы тысячи электромеханических реле.

И еще один из ветеранов — ТРИДАГ. Он занимал целое здание с трансформаторами, электромоторами, установками для охлаждения воздуха, насосными станциями. И все это для обслуживания восьми тысяч электронных ламп и двух тысяч реле.

В чем же причина «быстротекучести жизни» этих гигантов? Главным образом в скорости...

Считали гиганты хотя и быстро, но... медленно: от десятков до сотен вычислений в секунду — не больше.

Современная же наука и техника выдвигали такие задачи, что даже подумать об их решении было страшно. Возникла необходимость проделывать десятки триллионов арифметических операций! Если вычислять со скоростью десять тысяч операций в секунду, то и тогда потребуется свыше четырех лет непрерывной работы быстродействующей машины. Например, для решения задачи по планированию и управлению народным хозяйством необходимо в год провести 10 000 000 000 000 000 вычислительных операций — единицы с шестнадцатью нулями, десять квадрильонов! Только для этой задачи потребуется три с половиной тысячи машин, совершающих сто тысяч операций в секунду.

Выход один: заставить машины считать быстрее. Но «быстрее» — понятие весьма относительное. Сосчитать до миллиона, трудясь по восемь часов в день, мы смогли бы за три с половиной месяца. А до миллиарда добрались бы лишь за... пятьсот лет. Машина, конечно, все сделает быстрее. Но как быстрее? За день, за час, за минуту?

Вспоминаю Первую всесоюзную конференцию, посвященную путям развития советского математического машиностроения. В 1956 году на Ленинских горах в строгом белоколонном зале Московского университета собрались математики, физики, инженеры, конструкторы. Как об одном из достижений докладывается о машине БЭСМ, на десять тысяч арифметических действий в секунду. Но ученые пытаются заглянуть вперед. Академик А. А. Дородницын заявляет с трибуны о машинах (не помню точно, о возможности, желательности или необходимости) на миллион операций в секунду. В зале переглянулись: для чего такие скорости?

С подобным быстроедействием машины перерешают все задачи и потом им делать будет нечего. А редактор в «Литературной газете» упорно вычеркивал из моего репортажа слова «миллион операций», заменяя неопределенным «быстрее». Трудно было в то время представить такую скорость: робок был человек в своих прогнозах.

Теперь вычислительная техника достигла многого. Она имеет уже свою историю, и можно увидеть, как растут машины от поколения к поколению.

Предки нынешних машин — это электромеханические тихоходы, вобравшие в себя весь цвет и всю премудрость времени, когда воздвигалась Эйфелева башня.

Первое поколение заявило о себе ровным гулом электронных ламп в серых металлических шкафах. Лишь только оно окрепло, это ламповое поколение, и проявило чудеса, за которые машины стали называть «думающими», как люди начали прикидывать, какого же размера должны быть машины, чтобы сравняться с мозгом? Вывод был неутешительный. Величина электронного мозга — с небоскреба.

Вычислительные машины на лампах присутствовали при рождении кибернетики. Союз новорожденной науки и ламповых гигантов открыл дорогу новому поколению машин.

В машинах второго поколения главную роль играли полупроводники. С появлением новых машин начали поговаривать уже о настольных вычислительных агрегатах, которые заняли бы место вездесущих арифмометров.

А скорости? Секунда, десятая, сотая доля на операцию? Быстрее, гораздо быстрее! Тысячные и десятитысячные доли секунды!

Когда в борьбу за скорость включились оплотроны и криотроны, высокочастотные транзисторы и туннельные диоды, спесисторы и твисторы, биаксы и трансфлюксоры, персисторы и криэзары, параметроны и технетроны, счет пошел на сотни тысяч и даже на миллион операций в секунду. Но и этот пестрый хоровод сверхминиатюрных, сверхбыстрых, сверхнадежных устройств в конце концов уступил в борьбе тонким пленкам.

Из тонких пленок удастся создать мир маленьких гигантов, воздвигать электронные города необычной архитектуры. Если раньше конструктор мог с гордостью показать вычислительное устройство машины чуть боль-



ше баночки из-под килек, то теперь его засмеет инженер, сосредоточивающий на одной пластинке, которая легко умещается на кончике пера, сотню полных электронных схем, а в крошечном объеме — десятки, а может быть, и сотни тысяч схем.

По сравнению с первой ЭВМ на лампах такое устройство — современный микропроцессор — занимает в 300 000 раз меньший объем, потребляет в 56 000 раз меньше электроэнергии и работает в 20 раз быстрее. А надежность его в 10 000 раз выше, и среднее время безотказной работы исчисляется не часами, а годами.

Благодаря таким схемам племя микромашинросло неимоверно, и они стали сегодня миниатюрными математиками повсеместного пользования.

Есть электронные машины, умещающиеся на ладони, а есть такие, что их приходится искать в кармане. Дело идет к созданию сложной машины столь малых размеров, что для того, чтобы нажимать на ее клавиши или кнопки, понадобится зубочистка! А будет она и вычислителем, и телефонной книгой, и дневником, и записной книжкой, и регистратором деловых встреч, и словарем, и автоматическим переводчиком, и помощником при игре в шахматы.

Созданы наручные вычислительные счетно-решающие аппараты, выполняющие функции обычных часов, секундомера, будильника, календаря, запоминающего устройства и того же калькулятора.

Нет никакого сомнения, что миниатюрная ЭВМ со всеми своими удивительными способностями будет заключена, как бриллиант в оправу, в небольшой перстень. Вот уж когда не скажешь — на пальцах рук всего лишь украшение, дорогостоящая безделушка!

Что же за волшебница. эта тонкая пленка? Откуда у нее такая сила, что ей столько удастся?

Большинство пленок получают, испаряя необходимые материалы почти в пустоте, при одной миллиардной доле атмосферы. Материал оседает на стеклянной или металлической пластинке. Эта тонкая работа усложняется во много крат из-за необходимости осаждать материал не как попало, а по строго определенному геометрическому узору. Ведь пленка играет роль участка электроцепи, когда ее ставят в машину. «Электронное вышивание» ведут через отверстие шаблона — маски, точно следуя желаемому узору. При другом способе использу-

ется метод фотолитографии. Слои пленки в схемах — а их бывает десять, пятнадцать и больше — должны совпадать с абсолютной точностью. Ничего не нужно добавлять к характеристике сложности работы, если назвать толщину пленок — одна сотысячная миллиметра! Даже как-то неловко здесь употреблять слово «толщина». Ведь она меньше десяти тысячной доли толщины бритвенного лезвия. Это всего несколько атомных слоев!

Не искусство монтажа из отдельных блоков, из отдельных кирпичей, а виртуозное владение веществом, когда каждая его частичка по воле создателя занимает то место, которое он предпишет ей занять, стало главным сегодня для строителей машин.

Сто миллионов приборов в кубическом миллиметре и при этом самые большие скорости переключения — вот что такое элементы машин третьего поколения. Их быстроедействие от одного до нескольких десятков миллионов операций в секунду, сравнительно большая и быстрая память. Машина может одновременно решать несколько задач, может подключаться к различным периферийным устройствам, преобразующим информацию в стандартно-общедоступную форму, чтобы ее мог читать и понимать любой клиент.

А четвертое поколение? Машины эти еще совершеннее. Быстроедействие до  $10^9$  операций в секунду, объем оперативной памяти  $10^8$  байт — специальных внутримашинных единиц информации. Единица эта представляет собой две десятичные цифры или же один алфавитный символ. Даже трудно себе представить, как это много  $10^8$  байт. Для примера переведем общий объем внешней памяти машины, превышающий  $10^{12}$  символов, на «язык» книг. Получим несколько миллионов томов по пятьсот страниц в каждом.

По сути дела, машины четвертого поколения с такими характеристиками — это сообщества машин второго и третьего поколений. Удалось такого достичь благодаря новым структурным решениям и новым средствам математического обеспечения, а также новому оружию сверхминиатюризации — БИСам. Большие Интегральные Схемы — конструктивный сгусток многих элементов. Сравните: в полупроводниковом приборе в одном корпусе один прибор, в интегральной схеме — до десятка, а в большой интегральной — вначале десятки, сотни, а затем и десятки тысяч. Но и это не предел. В будущем

БИСы, вероятно, перерастут в СБИСы — Сверхбольшие Интегральные Схемы, а затем в ГИСы — Гигантские Интегральные Схемы, из сотен тысяч элементов, а потом, возможно, и миллионов.

Это уже будут кирпичи электронного мироздания машин пятого поколения, а точнее — высокопроизводительных сообществ целых систем электронных вычислительных машин с общей памятью на миллиарды байт и быстроедействием в миллиарды операций в секунду.

Абсолютное превосходство карликов над гигантами. Карлики победили, отворив дверь в неслыханное и невиданное раньше царство, над входом в которое написано: наносекунда. Здесь время измеряется в миллиардных долях секунды. Такую скорость вычислительной машины, как ни парадоксально, невозможно ни увидеть, ни представить — ее можно только получить, ею можно только пользоваться. Торжество техники полное: руками сделано то, перед чем бессильно воображение.

Но как это обычно в технике бывает, ее очередной успех еще на один шаг приближает нас к очередному препятствию. Быстроедействие машин вплотную подошло к скорости распространения электрических импульсов в твердом теле.

Такое препятствие заставляет идти в обход. Вырисовываются контуры необычных вычислительных машин. Их оживит не электрический ток, а луч света. Теперь уже не образом, почти реальностью зазвучат слова «мысль светится». Ведь если бы можно было оглядеть изнутри такую машину, мы увидели бы нечто похожее на ночной город, переливающийся огоньками окон и фонарей.

Оптические вычислительные машины — синтез света и электроники. ОВМ (оптоэлектронные вычислительные машины) будут построены на совершенно ином принципе, чем просто электронные. Короткие импульсы света длительностью в стомиллиардную долю секунды будут включать и выключать систему лазеров. Скорость работы в подобных устройствах назвать трудно: переключение — за время пять, деленное на единицу с одинадцатой нулями. «Световая мысль», работающая со скоростью около трехсот тысяч километров в секунду.

Вот она, фантастическая реальность, — свет становится орудием труда, свет превращается в орудие производства. Можно смело говорить, что это первые ласточки машин эпохи световых скоростей.

Фантастические скорости определили и фантастические размеры машин — предельно малые. Ведь вычислительной ячейкой в этих светоносных машинах служит молекула и даже атом. Здесь самый острый вопрос — надежность. Даже тульский Левша, подковавший блоху, признал бы себя беспомощным при необходимости отремонтировать вычислительную кроху. Значит, нужна безотказная машина. Аналоги у нее есть: природа выпестовала мозг человека. Если считать средней продолжительностью жизни человека семьдесят лет, то это около шестисот тысяч часов непрерывной работы и безупречной надежности. Мозг работает без ремонта и без остановок, хотя за час человеческой жизни отмирает около тысячи нейронов, а за всю жизнь — около пятисот миллионов.

Не слишком ли смела мысль создать машину с надежностью мозга? Не беспочвенное ли это мечтание? Оказывается, нет. Можно построить некое лазерное устройство, которое будет в принципе работать как живой нейрон. Искусственные волокна сыграют роль нервов в передаче импульсов. Схема работы машины будет имитацией действия нейронов мозга и нервной системы. Этот гибрид оптики и электроники станет, по сути дела, синтетическим мозгом. «Отмирают» искусственные нейроны — выходит из строя часть оборудования, а спутник продолжает передавать сигналы; не прекращает работать внеземная станция, летит к другой планете космический корабль...

Казалось бы, достигнут верх желаний: и гигантская скорость, и удивительная надежность, и совершенство компактности. Но впередсмотрящие, те, кто неустанно вглядывается в будущее, уже различают в туманной дали очертания новых машин. Возможно, их причислят к пятому поколению, а возможно, они откроют собой шестое. Но, во всяком случае, о них будут говорить без всяких эпитетов: без привычного «думающих» или строго «вычислительных», или смелого — «мыслящих». Почему?

Считают, что появление нового поколения машин произведет такую же революцию, какую произвели первые электронные устройства, заменившие электромеханические. Ведь количество логических операций в секунду будут тогда обозначать числом не менее чем  $10^{20}$ ! Попробуй подыщи эпитет для такой машины! К тому же и принцип ее работы будет совершенно иным.

Представьте себе, что вы читаете книгу не по строчкам, а сразу целыми страницами, не последовательно нанизывая одну строчку на другую, а единым взглядом. Так и ожидаемые голографические вычислительные машины, о проектах которых уже говорят. Они смогут обрабатывать данные целыми массивами. Вычислительный элемент включит не строчку, а картину, даже не картину, а десять тысяч картин сразу. Кроме того, одно оптическое «полотно» будет содержать  $10^{10}$  двоичных знаков информации. Машины этого класса будут напоминать странные, почти бестелесные создания, передающие световые и электронные сигналы. Грубо говоря, принцип их работы напоминает эпидиаскоп, посылающий изображение на экран молниеносно и накладывающий их одно на другое. Плотность записи будет такова, что позволит уместить в пластинке размером с почтовую марку содержание пятидесяти томов БСЭ. Огромную библиотеку из миллионов томов вместит машинная память, если ее сделать на таких картинах.

Информация из нее будет выбираться не по адресному принципу, когда приходится искать и «улицу» и «дом», чтобы попасть в нужную ячейку, а ассоциативно.

Все, что мы запоминаем, связано между собой, запоминается группами, а не изолированно. Вспомните у Паустовского в «Золотой розе» цепь ассоциаций: от красного свитера через Эйзенштейна на улице в Алма-Ате, через историю завоевания Америки, через талант Горького-рассказчика, через расвирепевшего Марка Твена, через Геккельберри Финна, державшего за хвост дохлую кошку, к памятнику лермонтовскому Максиму Максимычу или Бэле. Так работает наша память, память человека. Так будет работать и память новых машин. Красивое имя они получили уже до рождения — машины картинной логики, машины картинной арифметики.

Перед нами прошли поколения машин. Обратили вы внимание, как стремительно растут их возможности, с какой стремительной быстротой они уходят от привычного понятия «машина» и становятся совершенно невообразимыми? И все-таки предельны ли их возможности? Жизнь поколений приводит к утверждению: беспредельны. А как же быть с ограничениями, накладываемыми законами природы?..

Никуда не денешься от того, что скорость передачи информации ограничена скоростью света. Поэтому

будущую оптическую машину надо построить так, чтобы луч света проходил в ней наименьшие расстояния. Вероятно, она будет иметь форму шара, поскольку из геометрии известно, что из всех тел одинакового объема у сферы наименьшая поверхность. И еще. Ученые подсчитали, для уменьшения времени выборки информации в машине необходимо затрачивать большую энергию; больше энергии — выше скорость.

Когда мы переходим из привычного нашего мира в микромир, то сталкиваемся с иными законами, иными «порядками». Здесь у нас предмет особой заботы — верхняя граница плотности, с которой можно заполнить память машины. А там, в микромире, один кубический сантиметр ядерного вещества весит миллиард тонн. Сколько же информации можно вложить в материю с такой плотностью! А в живой природе? Подумать только: в объеме, равном дождевой капле, заключена материальная основа генетической информации всего населения земного шара — четырех миллиардов человек.

Значит, природа чрезвычайно изобретательно и экономно умеет упаковывать информацию и подсказывает конструкторам дорогу, по которой ближе всего к достижению цели. Не случайно давно уже высказанная химиками мысль, что на смену современной макромашине должна прийти молекулярная химическая микромашина, созданная методом химического синтеза, закономерно продолжена в наши дни биониками. Возможно, что именно в направлении конструирования молекулярных схем, предполагают они, и откроется в будущем дорога к биологическим «умным» машинам, неким подобиям созданий живой природы.

Не фантастика ли все это? Не беспредельные ли мечтания?

Посудите сами. Перед вами весьма наглядный пример динамической эволюции машин.

До 1950 года — предыстория вычислительной техники.

Первое поколение — на радиолампах — начало жить в 1951 году, вошло в «силу» в 1955. Машины эти автоматизировали существовавшие ранее методы решения научных задач.

Второе поколение — на полупроводниках (время жизни — 1960—1965 годы) — уже открывает эру обработки сверхгигантских по объему данных,

Третье поколение — начало интегральных схем, — можно считать, уступило дорогу следующему типу машин лишь после 1970 года. Свое признание оно проявило не столько в успешной обработке больших объемов данных, сколько в превращении этих данных в информацию. Можно отметить, что третье поколение машин положило начало эре информации.

Четвертое поколение — на больших интегральных схемах — несет с собой небывалое распространение дистанционных устройств и универсальность. Наступила, если можно так сказать, эра разговора с ЭВМ на расстоянии.

Ну а машины пятого поколения? Они определяют собой эру мгновенно действующих помощников человека, когда любой и каждый и повсюду может пользоваться услугами ЭВМ.

Каждое новое поколение вычислительных машин появляется в среднем через пять-шесть лет и живет, уступая дорогу следующему, десять лет.

Всего за четверть века с небольшим сложилось четыре поколения. В переводе на масштаб человеческой жизни это соответствует примерно столетию. И за это время — назовем его «сто в двадцать пять» — скорость вычислений возросла примерно в сто миллионов раз! И пройден путь от простой автоматизации вычислений до сотрудничества человека и машины. Вот и выходит, что многие наши предположения могут оказаться в будущем реальностью.

Сегодня трудно определить место будущих машин в жизни человека.

Что станут делать интеллектуальные автоматы, запоминающие больше, чем мозг человека, и «думающие» быстрее, чем мозг человека?

Ответить трудно. Ясно только одно: единственный предел возможностей умной машины — не в ней самой, а в изобретательности и фантазии людей, ее создающих.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ АВТОМАТОВ

Представляете себе, чего достигла техника, если она поднимает вопрос об автоматизации автоматов? И ставится он в области вычислительной техники, где в процессе ее совершенствования достигнуты скорости в миллионы и даже миллиарды операций

в секунду и которая сама — символ высшей автоматизации.

Но воистину совершенству нет предела. Сжав сто лет в одни сутки при решении сложных задач, люди заглянули в машину и увидели, что здесь, несмотря на гигантские скорости, время не только не уплотнено, а растрачивается попусту.

Значит, у вычислительных машин есть большие резервы?

Признаюсь, что для эффективного начала я несколько погрешил против истины и не сказал о давней и упорной борьбе за экономию времени на электронных вычислительных машинах. Много думали и думают над проблемой ускорения ввода и вывода данных, чтобы они не сдерживали работу машин, над повышением производительности и эффективности ЭВМ. Но моя цель — рассказать обо всем, что связано с программированием, или, как говорят, математическим обеспечением ЭВМ.

Математик составил уравнения, описывающие сложный процесс. Но решать их на машине нельзя, покуда программист не переведет с языка формул и символов, понятных человеку, на язык команд, понятных машине. Комплекс программ, облегчающих труд программиста, и называется математическим обеспечением. Для электронных вычислительных машин оно примерно то же самое, что для человека образование: без него машина не машина. Выпустить ее без математического обеспечения — все равно, что пустить в плавание океанский лайнер без навигационного оборудования. Именно уровень математического обеспечения определяет успех или неудачу работы машин. Уровень математического обеспечения — это уровень «интеллигентности» машины. По меткому выражению академика А. Н. Тихонова, крупного специалиста в области вычислительной математики, — их «математическое воспитание», от которого зависит культура использования электронных вычислительных машин.

Вот почему не жалеют вкладывать средства в программирование. Теперь оно обходится дороже, чем сами машины. В первом поколении машин программ было что-то около двадцати тысяч, а в третьем — уже десять миллионов! Возникла необходимость выделения специальных машин для обработки систем математического обеспечения. Возникла даже необходимость создания



промышленного производства математического обеспечения, и оно стало уже новой отраслью товарной продукции.

Дальнейшее увеличение производительности ЭВМ теперь заключается не только в увеличении скоростей машин, но и в автоматизации процесса программирования.

Не сразу увидели эти трудности. Сначала лишь заметили, какая бездна драгоценного времени уходит на составление программ. Три месяца расписывают простую программу, чтобы потом за двадцать минут вычислительный автомат решил задачу. Иногда решаются задачи, состоящие из многих тысяч команд. Поэтому можете представить трудоемкость составления программ для ЭВМ, если такая работа соизмерима с проведением фундаментального научного исследования. Чтобы создать математическую «оснастку» машины, необходим был труд двух тысяч математиков в течение двух лет!

А отладка? На отладку новой программы тратится в два раза больше времени, чем собственно на работу. Не случайно наставление под названием «Искусство программирования» издано в семи больших томах, каждый объемом чуть ли не в пятьдесят печатных листов и с несколькими сотнями рисунков и схем.

Не нужно быть гением, чтобы прийти к мысли заставить саму машину на основе введенных в нее правил составлять для себя программу и тем свести к минимуму объем ручного труда. Можно воспользоваться тем, что электронные машины — это «умные» машины. Можно поместить в их память своего рода начальные программы. Они должны всегда быть при машине, быть ее рефlekсами. Запустил промежуточную программу с некоторыми приемами программирования — она заставляет срабатывать рефlekсы, и приемы программирования как бы используются стандартным образом.

Автоматическое программирование — написание программ программами — преследует важную цель: помочь программисту сообщить машине, что она должна делать, освободить программиста от необходимости разбивать задачу на последовательные искусственные операции и открыть к машине доступ неспециалистам.

Автоматическое программирование при решении больших задач готовит программы лучше программистов и со скоростью, для них недостижимой. Оно даже

обнаруживает в программах синтаксические ошибки, сделанные человеком и связанные с написанием самих программ.

Но не удивляйтесь, если я скажу, что, несмотря на все это, буквально вчера современные электронные вычислительные машины специалисты называли динозаврами вычислительной техники и между собой поносили их всячески, не обращая внимания на восторги «публики», подогреваемые еще более восторженными рассказами журналистов о «чудо-машинах», «об электронном мозге», «о вычислительных исполинах», «о блистательных творениях рук человека».

Дело в том, что в машине отдельные ее блоки в известной мере независимы и привлекаются к работе не все сразу. Поэтому до сего времени многие устройства в машине больше стояли, чем работали,— неэффективно использовалось дорогостоящее оборудование, как на неправильно спроектированной поточной линии станков с разной производительностью.

Оказалось, можно исправить положение, если создавать что-то вроде межстаночных заделов после менее производительных станков.

Уменьшив время простоя в рабочих циклах машины, сделали так, чтобы коэффициент использования всех блоков системы был близок к единице.

Конструкторы «привили» каждому устройству способность работать одновременно и независимо с несколькими программами или с несколькими частями одной программы, то есть решать сразу несколько задач. При таком положении получается, что машину более равномерно загружают, ее устройства работают самостоятельно, не дожидаясь окончания операций «соседа».

Такой метод работы назван мультипрограммированием.

Я вспоминаю разговор с академиком А. И. Бергом в Совете по кибернетике Академии наук, когда он взволнованно говорил (а спокойно говорить о кибернетике он не мог), что мультипрограммирование по значению можно сравнить с приходом в свое время книгопечатания.

В том-то и заключается диалектика развития: всякое усовершенствование, всякое новшество приводит со временем к затруднениям, преодолеть которые можно лишь в результате нового усовершенствования.

Мультипрограммирование во многом решает проблему эффективной работы электронных вычислительных устройств. Но усугубилась давнишняя закономерность: чем мощнее становятся электронные вычислительные машины, тем больше времени они затрачивают на непроизводительную работу.

Как говорят на электронно-вычислительном жаргоне, «домоводство» в машине — исключительно трудноорганизуемое и емкое по времени дело. Некоторые машины тратят свыше восьмидесяти процентов рабочего времени на электронную бюрократию: на обмен информацией между различными частями машины, на отбор информации.

Решили использовать машины по иерархическому принципу и так покончить с электронной бюрократией.

Несколько электронных вычислительных устройств различной степени сложности (каждое из которых выполняет определенный вид работы) соединили в общий комплекс.

Он связан с пунктами — конечными устройствами для ввода и вывода заданий. Здесь в комплекте визуальный аппарат — вроде телевизионного приемника, способного выводить на экран буквенно-цифровую и графическую информацию, клавишная панель и печатающий аппарат. Агрегат, или, вернее, вычислительная система, может работать одновременно с многими сотнями и даже тысячами абонентов. И при этом каждый абонент будет работать так, как будто бы машина предоставлена только ему в личное пользование.

Те из них, у кого несложные задачи, не получают доступа к большой машине. Их запросы распределит в порядке очередности специальная программа — диспетчер. Она следит за очередностью и переключает машину, посылая на обработку задачи в малые электронные вычислительные устройства, как бы выполняющие роль подсобных рабочих. Такой принцип работы называется режимом разделения времени.

Более сложные задачи решит крупная машина. Непосредственный доступ к ней ограничен: его получают лишь немногие через дополнительные пульты. Они рангом выше — могут даже приостановить действие диспетчера для «важного» клиента. В основном же крупная машина будет решать задачи, полученные от других электронных машин.

К большой машине присоединят сверхскоростное вычислительное устройство — «пожиратель цифр». Оно, обладая исключительной скоростью, должно справляться со сложнейшими вычислениями. Оно будет как бы рабом центральной машины, выполняющим для нее черновую вычислительную работу большого объема.

Таким образом, вводят нечто вроде «градации по интеллекту». Незачем применять большой электронный молот, чтобы расколоть орешек скромной студенческой задачи.

...Вы думаете на этом заканчивается автоматизация автоматов? Она только начинается.

**ВЦ, ВЦ, ВЦ...**

ВЦ — так сокращенно называют вычислительный центр.

Прежде чем сесть за описание вычислительного центра, я побывал в нескольких.

...На большой скорости машина проскакивает тихую улицу Димитрова и вылетает на шумную площадь. Нетерпеливая минута ожидания у светофора, и мы уже мчимся по Ленинскому проспекту. Где-то на середине его сворачиваем на улицу Вавилова и останавливаемся у высокой чугунной ограды. За ней небольшие трехэтажные дома простой строгой архитектуры. В одном из них расположен Вычислительный центр Академии наук СССР.

Был я и в Вычислительном центре Московского университета, и в Вычислительном центре Госплана СССР, в Вычислительном центре автомобильного завода им. Лихачева — в больших и маленьких, в специальных и универсальных, отраслевых и централизованных, иностранных и международных: в вычислительных центрах Югославии, Японии, Франции, Финляндии, в вычислительном центре, обслуживающем «Общий рынок» (Европейское экономическое сообщество).

А потом... Потом я сел за письменный стол, чтобы написать о них.

Признаюсь, у меня не получалось описание работы на предприятии совершенно нового типа — на фабрике, которая получает и перерабатывает необычное с обычной точки зрения сырье и дает необычную с обычной точки зрения продукцию — числа. Вычислительный центр так и зовут — фабрика чисел.

Меня выручила научная книга знатока электронных вычислительных машин и организации вычислительного дела В. И. Лоскутова. Мне стало ясно, что читателям моей книги и не нужна никакая общая картина. Лучше всего и ярче всего они смогут представить себе ВЦ, если я просто познакомлю их с некоторыми данными из строго деловой, но по-своему очень интересной книги Лоскутова.

Только сначала я хотел бы обратить внимание на следующее.

При нынешних темпах экономического развития общества время — то же золото. Слишком дорого обходится обществу любая потеря времени при решении задач в науке, технике, народном хозяйстве.

Если электромашины называют мускулатурой современной цивилизации, то вычислительные машины по праву можно назвать ее мозгом.

Мощные вычислительные системы стоимостью в десятки миллионов рублей стали национальным достоянием страны и определяют ее экономический и стратегический потенциал.

Итак, ВЦ.

Наиболее эффективный способ использования мощных и дорогостоящих агрегатов связан с организацией вычислительных центров, где могут быть сосредоточены крупные силы ученых и квалифицированный обслуживающий персонал. Вычислительные центры быстрее и с наибольшим экономическим эффектом оправдывают те большие материальные затраты, которые производятся на приобретение дорогих по стоимости и сложных в эксплуатации машин.

Автоматизированную переработку различных видов информации ведут вычислительные центры для научных и инженерных расчетов; вычислительные центры для плановых расчетов и экономических исследований; вычислительные центры отраслевого назначения. В стране сейчас сотни вычислительных центров.

К первой группе относится, например, Вычислительный центр Академии наук. Он оборудован современными вычислительными машинами. Здесь решают задачи, имеющие теоретическое и прикладное значение. Здесь же сосредоточены исследовательские работы по основным проблемам вычислительной математики.

Центр составляет и издает работы по математическому обеспечению.

Вторую группу представляет Главный вычислительный центр Госплана. Этот ВЦ разрабатывает и внедряет в практику математические методы решения экономических задач, проводит конкретные расчеты по планированию народного хозяйства и экономические исследования.

Третья группа центров автоматизирует учетно-статистические работы и механизмирует административно-управленческий труд.

Эксплуатация крупных вычислительных машин в хорошо организованных вычислительных центрах ведется в три смены при среднем времени полезной работы не менее двадцати часов в сутки.

К этому остается добавить, что вычислительный центр не могло бы заменить даже фантастическое бюро из ста тысяч вычислителей, хотя бы только потому, что ЭВМ работает быстрее самого идеального вычислителя в сотни тысяч раз. Если раньше расчет, который требовал, допустим, года труда вычислителей, для большинства конструкторских бюро считался неприемлемым, то теперь математики признают простой задачей, требующую ста лет работы. Ну что стоит выполнить ее быстродействующей электронной машине. Всего сутки работы. Сутки вместо ста лет — лучшая характеристика вычислительного центра.

В последнее время возникло новое направление в использовании электронных вычислительных машин и вычислительных центров. Наметилась тенденция к их коллективизации, к объединению в вычислительные системы коллективного пользования — ВСКП.

В короткий срок во всех странах число их выросло от считанных единиц до многих сотен и продолжает быстро расти.

У нас в стране тысячи вычислительных центров создадут своеобразный электронный кулак — единую государственную сеть вычислительных центров — ЕГСВЦ.

А на предприятиях, заводах и фабриках устанавливают автоматические системы управления — АСУ. Они, в свою очередь, связаны с АСУ отраслевых министерств и ведомств. Ведомственные АСУ работают совместно с ИВЦ — Информационно-вычислительным центром Госплана.

Таким образом, объединение в единое электронное кольцо всех АСУ и всех ИВЦ — всех ведомственных систем, включая АСУ предприятий, и составит общегосударственную автоматизированную систему управления — ОГАС. Она будет представлять собой одновременно и сложную систему территориальных информационно-вычислительных центров.

Конечно, столь сложный организм управления не сможет работать без подлинного сращивания машин со средствами связи — телефоном, телеграфом, радио, телевидением в единую, общую систему по сбору, передаче, хранению и обработке информации. Ее потоки: статистические, технологические, экономические, административные и другие сольются в мощное русло, наполняющее и автоматизированные информационные банки общенационального масштаба.

Все они будут постоянно действующими системами, к которым сможет обращаться любой абонент в любое время за любым расчетом. Таким образом, перед нами не просто ВЦ, а ВЦ коммунального назначения. Ими можно пользоваться так же, как мы пользуемся водой, газом, электричеством, телефоном. Доступ к электронным вычислительным машинам, к гигантским хранилищам информации, к центрам информации и вычислений будет свободным, без посредников, вне зависимости от времени и расстояний.

Такая система уже строится.

### **ДРАГИ НАУКИ**

В науке сегодня можно заметить четкую грань: период домашинный и послемашинный. Этот водораздел провели электронные вычислительные машины. Они резко подняли эффективность труда ученого, столь резко, что во многих областях знания привели к невиданному качественному скачку. Ссылаться на примеры сегодня — банально.

Интересно другое, то, что подметили сами ученые: обший процесс автоматизации научной работы.

В 1958 году академика В. М. Глушкова просили быть оппонентом на защите одной докторской диссертации по высшей алгебре. Он взялся за работу и буквально схватился за голову — на проверку доказательства каждого тождества у него уходило по меньшей мере полчаса.

Собственно говоря, ему по времени надо было заново писать чужую докторскую диссертацию. И тут у него появилась спасительная мысль — привлечь в помощь себе вычислительную машину. Пользуясь «в личных целях» электронной вычислительной машиной, он заставил ее проверять диссертацию. В течение нескольких часов машина проделала работу, на которую ученому пришлось бы потратить несколько месяцев.

В то время это был один из первых опытов такого рода. Сегодня каждый ученый знает выгоды автоматизации научной работы.

Чтобы описать рождение новых тяжелых частиц, называемых кси-минус гиперонами, надо было изучить сто две тысячи фотоснимков следов ядерных реакций. Попробуйте результаты подобных опытов обработать без автомата — электронной счетной машины! А систематизация метеорологических данных? Ежедневно электронные вычислительные машины перерабатывают до миллиарда единиц информации, поступающей с метеорологических спутников.

И самими аппаратами, на которых проводятся научные опыты и эксперименты, трудно управлять без автоматики. Атомная машина — гигантский ускоритель — крупнейшее инженерное сооружение. В нем монументальность помножена на величайшую точность. Применение кибернетической системы корректировки орбиты ускоряемых частиц позволило резко снизить «плату за точность».

Установка насыщена сложными радиоэлектронными, электротехническими, вакуумными и другими устройствами. В кибернетическом сверхгиганте интенсивность пучка ускоренных частиц под контролем систем автоматического регулирования.

Электронная вычислительная машина поддерживает все основные характеристики в наиболее выгодном режиме. Это кибернетический ускоритель, и класс самого эксперимента можно назвать кибернетическим.

Современный ученый-экспериментатор, да и теоретик, пожалуй, тоже, не вооруженный электронной машиной, все равно что охотник без ружья. Как точная наука не может существовать без математики, так и настоящий эксперимент сегодня не может быть осуществлен без математического обеспечения, зачастую с грандиозным объемом вычислений. Для некоторых же областей



науки вычислительные машины, как говорит директор Вычислительного центра АН СССР академик А. Дородницын,— единственный инструмент исследований.

Символом инженера была логарифмическая линейка. Теперь таким же символом ученого стала ЭВМ.

В космическом полете приходится иметь дело со скоростями, в двадцать — тридцать раз превышающими скорость звука. При таких скоростях воздух нагревается. Настолько, что в нем возникают химические реакции, молекулы кислорода и азота расщепляются на атомы, образуя окислы азота. К этому прибавляется и химическое взаимодействие воздуха с материалом покрытия ракеты.

Было бы хорошо, прежде чем начинать космический полет, проверить его в эксперименте — создать земную, уменьшенную во много раз модель полета. Но создать модель, чтобы она удовлетворяла всем условиям космического полета, невозможно. Здесь единственный помощник — точный математический расчет. А расчеты эти так сложны, что под силу только быстродействующим вычислительным машинам.

Цепные ядерные реакции возникают лишь тогда, когда масса реагирующего вещества достигает критических величин. Эти реакции невозможны при малых количествах ядерного горючего. Экспериментальная обработка объектов в натуральных размерах требует столько средств и времени, что фактически невозможна. Значит, опять расчет, опять вычислительные машины.

В современной физике и механике приходится рассматривать разрывные процессы, когда происходят резкие скачки в свойствах среды. Например, резко изменяется состояние среды или параметры ее движения: ударные, детонационные волны, в которых скорость, плотность температуры изменяются скачкообразно.

В домашний период к таким проблемам боялись прикасаться. Теперь же создали методы решения подобных задач. «Разрывы» выделяются автоматически, хотя ни место, ни время их появления заранее неизвестны. Как говорят математики, эти методы должны допускать сплошной счет по единой вычислительной схеме, независимо от того, разрывно или неразрывно решение, разрывны или неразрывны свойства физической среды, в которой процесс происходит.

Кроме традиционного применения ЭВМ для вычислений, сейчас на них все больше и больше проводят так называемые аналитические выкладки, то есть манипулируют с символьными математическими выражениями: упрощают алгебраические выражения, дифференцируют, вычисляют неопределенные интегралы от элементарных функций, решают дифференциальные уравнения.

С помощью машинной аналитики получают более точное решение задачи. Ведь машина производит не только различные арифметические операции над символьными выражениями, но и совершает арифметические действия, но теперь без каких-либо округлений.

Аналитические вычисления на ЭВМ стали мощным инструментом в фундаментальных и прикладных исследованиях, особенно в небесной механике, общей теории относительности, квантовой теории поля.

Электронный мозг — универсальный автомат науки. В ворохах бумажных лент выбрасываемых машиной, расшифровываются радиоизлучения далеких звезд, затерянных в межгалактическом хаосе; намечаются очертания профиля крыла сверхзвукового лайнера; описываются будущее, пока неизвестные химические реакции, намечается разгадка языка хеттов. Математические жернова перемалывают все, лишь бы точной была методика, строго расписанной программа.

Правда, после слов «математические жернова перемалывают все» не мешает привести замечание одного остроумного англичанина, который сказал так: если вы будете засыпать в ЭВМ песок, то не надейтесь взамен получить бифштексы...

Дело идет теперь к превращению научного исследования в своеобразный машинный эксперимент, в функционирование своеобразного комплекса «человек — машина», со своим диалогом и со своими особенностями соединения естественных интеллектуальных способностей человека с искусственными интеллектуальными возможностями машины. А это неизбежно порождает немало серьезных и важных методологических и даже философских проблем. Чего стоит хотя бы одна из них: умение ученого использовать машину в темпе своего мышления. От этого во многом сегодня зависит эффективность его труда.

Но некоторые из них еще действуют по старинке, думая, что ЭВМ — всего лишь еще один новый инстру-

мент, нечто вроде нового прибора, а не новое средство исследования физических и иных явлений, принципиально, качественно изменяющее работу, орудие, революционизирующее поиск, исследование и даже сам процесс мышления. Ведь возникли целые системы автоматизации научных исследований и даже автоматизированные комплексы научного поиска.

Чем быстрее вращаются жернова ЭВМ, чем больше перерабатывается данных, тем с больших площадей снимают урожай.

Прошли времена, когда открытия лежали на поверхности, когда их добывали без мощной техники. Теперь не часто попадаются золотые самородки — открытия. Чтобы их найти, нужно просеять горы научной породы. День и ночь работают драги науки — электронные вычислительные машины. Они принесли с собой парадоксальное облегчение научного поиска через его усложнение. Легче стало искать, но труднее найти.

## ПРЕСТУПЛЕНИЕ И НАКАЗАНИЕ

Сначала — впрочем, давно уже прежде — его занимал один вопрос: почему так легко отыскиваются и выдаются почти все преступления и так явно обозначаются следы почти всех преступников?

*Ф. Достоевский.*

Преступление и наказание

Ленинградец, писатель Даниил Гранин однажды рассказал в новелле «Тринадцать ступенек», как они вместе с внуком Достоевского, Андреем Федоровичем Достоевским, и литературоведом, специалистом по Достоевскому, прошлись по местам, связанным с романом «Преступление и наказание».

«Когда мы вышли на проспект Майорова, — пишет Гранин, — Андрей Федорович начал рассказывать, где и что было в те годы, то есть сто лет назад: увеселительные заведения, трактиры, распивочные, здесь и на соседних улицах. Он видел район глазами современников Достоевского, в подробностях зная историю почти каждого дома. Слушать его было весьма интересно, как и всякого историка-специалиста, до той минуты, когда он вдруг, показав на ворота, сказал: там, во дворе, находился камень, под которым Раскольников спрятал дра-

гоценности, взятые у старухи. Сказал он это с полной убежденностью и, поймав наше недоумение, открыл заложенную страницу взятого с собой тома и прочел нам:

«...выходя с В-го проспекта на площадь, он вдруг увидел налево вход во двор, обставленный совершенно глухими стенками. Справа, тотчас же по входе в ворота, далеко во двор тянулась глухая небеленая стена соседнего четырехэтажного дома».

И далее подробное описание уединенного места, где лежал большой неотесанный камень...

Мы обошли, проверили — все сходилось, все точно соответствовало, и все же, признаюсь, я не поверил, решил, что это совпадение, какая-то случайность, не больше.

Мы свернули вправо от улицы Пржевальского, и Андрей Федорович привел нас к дому № 19, заявив, что здесь жил Раскольников. И дом, и двор имели, как нарочно, ужасный вид, во дворе была грязь, валялись мусорные банки, тряпье, какие-то старые ломаные стулья. По стоптанным каменным ступеням мы поднялись на узкую темную лестницу с полукруглыми проемами и по ней наверх, до каморки Расколькова.

«Каморка его приходилась под самую кровлей высокого пятиэтажного дома... Квартирная же хозяйка его, у которой он нанимал эту каморку... помещалась одною лестницей ниже... и каждый раз при выходе на улицу ему непременно надо было проходить мимо хозяйкиной кухни, почти всегда настежь отворенной на лестницу».

Была каморка, куда вели тринадцать ступенек, как и было сказано в романе, и была лестница мимо квартиры с кухней, именно кухня выходила на площадку.

Но, может, другие лестницы в доме так же были расположены? Нет. Из всех лестниц она единственная соответствовала описанию. Ну, хорошо, допустим даже, что так, но играет ли это какую-то роль в романе, стоит ли этому придавать значение? В том-то и штука, что расположение имело важное значение, и прежде всего для Расколькова. Действия его были связаны с этой кухней, там он высмотрел топор, нужный ему для убийства. Однако, сойдя с лестницы, увидел, что, во-первых, Настя на кухне, а, во-вторых, топора нет. Вдруг начали действовать те мелочи, которыми он пренебрегал, считал их ничтожными перед силою воли и главных идей своих, а вот они-то и ожили...

Андрей Федорович читал, и мы повторяли все движения Раскольникова, спускались вниз, во двор, под ворота, где Раскольников стоял бесцельно, униженный и раздавленный, пока вдруг не увидел в каморке дворницкой топор. И дворницкая была с двумя ступеньками вниз (двумя! — точно так и было), мы заглянули туда, в сырую темноту, там помещалась сейчас какая-то кладовка. Затем мы вышли и направились к дому старухи-процентщицы.

«Идти ему было немного: он даже знал, сколько шагов от ворот его дома: ровно семьсот тридцать».

Постепенно проникаясь ощущением Раскольникова, мы тоже считали шаги, с некоторым замиранием сердца подошли к «преогромнейшему дому, выходящему одною стеной на канаву, а другой В-ю улицу». Дом, на счастье, сохранился в том же виде, окрашенный какой-то грязно-розовой краской: «Входящие и выходящие так и шмыгали под обоими воротами и на обоих дворах дома». Во дворе множество одинаковых окон со всех сторон неприятно следило за нами. По узкой, темной лестнице, где сохранились на перилах обтертые медные шары, мы поднялись на четвертый этаж до квартиры старухи-процентщицы и остановились перед дверью. Как раз на лестнице мы никого не встретили. Чувство перевоплощения было полное, до нервной дрожи в руках... Зачем нужна была Достоевскому подобная точность? Ведь не было же никакого Раскольникова. А его каморка, а тринадцать ступенек, ведущих в нее? Они-то есть. Выходит, Достоевский бывал здесь, во всех этих местах, выбрал именно эту лестницу и эту каморку для своего героя, затем выбрал дом и квартиру старухи. Высмотрел, проделал весь путь Раскольникова, и не раз, так что отсчитал шаги и ступени. Следовательно, он полностью, на месте разыграл для себя всю сцену и остальные сцены с точностью полицейского протокола, он действовал как следователь».

Даниил Гранин снова и снова спрашивает: «Зачем Достоевскому необходима была такая точность?» Все эти адреса, детали и прочее. Гранина здесь все интересует как писателя, нас интересует другое: Достоевский «действовал как следователь». С величайшей тщательностью он описывает каждую деталь преступления, каждую незначительную мелочь, потому что потом за пре-

ступлением должно последовать наказание. А для этого необходимо найти преступника.

Долг, ой как долг и многотруден был путь к возмездию! На какие только ухищрения не пускался следователь Порфирий Петрович, чтобы уличить виновного! Какими аналитическими способностями, какой памятью надо обладать человеку, чтобы безошибочно и в то же время деликатно, не унижая человеческого достоинства подозреваемых, прийти к правильному выводу! И какой интуицией!

Интуиция... А если вместо нее точный расчет? А если прибегнуть к услугам машины, ее аналитического «ума» и памяти, которые раньше считались чисто человеческими свойствами? Что тогда?

Созданная рукой гениального художника картина убийства, взятая отдельно, лишь в логической последовательности действий, на языке кибернетики была бы записана лаконичной формулой.

Для чего нужна такая запись? Чтобы ответить на это, познакомимся с заурядным преступлением, совершенным сто лет спустя, в наши дни.

...Когда старый рецидивист вор-«домушник» Ч. узнал, что одинокий художник, назовем его N, тяжело заболел и отправлен в больницу, он предложил своему зятю С. выгодное дельце: проникнуть в квартиру художника и похитить вещи и картины.

Зять согласился. Было решено выполнить задуманное на следующий день вечером. Весь ход похищения преступники продумали самым тщательным образом, предусмотрев, казалось бы, все до последней мелочи.

План похищения строился так: После того как в доме погасят огни, проникнуть в квартиру художника через парадное либо через черный ход или через окно в подвале. В крайнем случае через одно из окон со стороны двора.

Предварительная разведка показала: двери парадного и черного ходов нельзя взломать без шума. Окно в подвал, вероятно, удалось бы открыть, но ведь дверь из подвала в квартиру могла быть заперта! Тогда преступники решили пробраться в квартиру через окно со двора. Обсудили, какими инструментами действовать. Условились захватить с собой отвертку и нож, чтобы выковырять оконную замазку. Не забыли ни о свежей замазке, чтобы вставить стекло, ни о мешках и шпагате для упаковки краденого.

Как только стемнело и все кругом стихло, Ч. вытащил из сарая соседнего дома припрятанную заранее лестницу и приставил ее к стене. С. добрался до окна и попытался выдавить стекло. Не удалось. Тогда вор аккуратно снял замазку ножом, собрал кусочки в карман и осторожно вынул стекло.

В квартиру забрались вместе, затащив лестницу в окно, которое тут же закрыли. Быстро обработали квартиру и перешли в мастерскую. Времени оставалось в обрез, поэтому холсты вырезали бритвами, наспех свертывали в трубки и туго затягивали шпагатом. Вещи и картины, уложенные в мешки, вынесли через окно во двор. Окно закрыли, вставили на место стекло и тщательно замазали щели. Теперь оставалось осторожно перенести мешки в укромное место, а потом реализовать награбленное.

Вот как выглядит запись этого преступления, если мы условимся, что Ч. — это  $X$ , С. —  $Y$ , художник —  $N$ , а различные ситуации и действия обозначены разными символами.

- |  |   |
|--|---|
| $A$ : Узнать, находится ли $N$ в больнице.   | $p_a$ : Находится в больнице?               |
| $B$ : Уговорить $C$ участвовать в краже.   | $p_b$ : Будет участвовать?                  |
| $C$ : Подойти скрытно к месту действия.  | $p_c$ : Видел ли кто-нибудь?                |
| $D$ : Когда соседи погасят свет, открыть парадную дверь.                           | $p_d$ : Погашен ли свет?                    |
| $E$ : Если условие $D$ невыполнимо, то взломать черный ход.                        | $p_d$ : Открыли парадную дверь?             |
| $F$ : Если условие $E$ невыполнимо, то проникнуть в квартиру через окно в подвале. | $p_e$ : Заперт ли черный ход?               |
| $G$ : Если условие $F$ невыполнимо, то проникнуть в квартиру через окно во дворе.  | $p_f$ : Доступ в квартиру невозможен?       |
| Если нельзя выдавить стекло извне, то удалить замазку.                             | $p_g$ : Доступ возможен?                    |
| $H$ : Похитить вещи и картины и вынести во двор.                                   | $p_h$ : Вещи и картины похищены и вынесены? |
| $K$ : Если никто не видит, вставить стекло на место.                               | $p_k$ : Никто не видит?                     |
| $L$ : Уйти с похищенным добром   |   |

Весь ход событий теперь может быть символически записан:

$0 \quad 10 \quad 20 \quad 30 \quad 43 \quad 54 \quad \text{стоп} \quad 5 \quad 65 \quad 75 \quad \text{стоп} \quad 8 \quad 97$   
 $\uparrow A p_a \uparrow \downarrow B p_b \uparrow \downarrow C p_c \uparrow \downarrow p_d \uparrow \downarrow D p_d' \uparrow \downarrow H p_h \uparrow \downarrow E p_e \uparrow \downarrow F p_f \uparrow \downarrow G p_g \uparrow \downarrow H p_h \uparrow \downarrow K p_k \uparrow \downarrow L$

Еще раз возникает вопрос: зачем простой и ясный рассказ о преступлении, изложенный понятным всем языком, кодировать условными знаками?

Цель этой символической записи — упростить статистическое изучение способов совершения преступления и регистрация их по определенной системе.

Такой способ записи очень удобен для детальной оценки преступного действия и для анализа подготовки преступления, его исполнения и сокрытия следов. Мы можем в этом убедиться, если посмотрим на символическую запись всего хода кражи (если условие исполнено, то следуют по стрелке, направленной вверх, в противном случае — направленной вниз).

Многочисленные варианты схожих преступлений записываются на специальных карточках и затем сравниваются. Так выясняется, как говорят специалисты, вариативность способа совершения преступления. Но систематизация вариантов сложна, и способ сопоставления весьма громоздок.

Метод символического изображения позволяет находить более простое и точное решение. Вот пример анализа различных «телефонных» преступлений.

Замечу, проблема эта не из мелких. Например, за четыре года только в Иркутске была похищена 4381 телефонная трубка. Это принесло убыток примерно в пятьдесят тысяч рублей.

Запишем с помощью символов следующие данные:

$P_n$ : Действовал подросток ( $P_n^1$  — не подросток);

$V_1$ : Будка в глухой местности;

$V_2$ : Подросток приехал на велосипеде;

$V_3$ : Пользовался инструментом;

$V_4$ : Был в нетрезвом состоянии;

$V_5$ : Действовал не один;

$V_6$ : Днем ( $V_6^1$  — ночью)...

Отдельные операции изобразим так:

$p_1$ : Бронированный провод оборван;

$p_2$ : Бронированный провод обрезан;

$p_3$ : Похищены детали;

$p_4$ : Диск погнут;

$p_5$ : Аппарат разбит;

$p_6$ : Отверстие для монет засорено;

$p_7$ : Монетный ящик взломан;

$p_8$ : Осветительные приборы повреждены;

$p_9$ : Телефонная книга разорвана;

$p_{10}$ : Телефонная книга украдена;



$p_{11}$ : Дверные ручки сорваны;  
 $p_{12}$ : Двери сняты с петель;  
 $p_{13}$ : Стекла разбиты;  
 $p_{14}$ : Будка загрязнена...

Закодируем следующее:  $A$  — нарушитель вошел в телефонную будку,  $Z$  — вышел из будки,  $P$  — нарушитель,  $B_n$  — обстоятельства преступления,  $p_n$  — действия преступника.

Тогда для общего случая можно написать такую формулу:

$$(p_n B_n) A p_n Z.$$

А для конкретного случая — подросток с велосипедом ночью в глухой местности камнем разбил стекла, изорвал телефонную книгу и взломал кассу — получается такая формула:

$$(p_n B_1 B_2 B_3 \dots B_g') A p_1 p_2 \dots p_{13} Z.$$

Всего одна строчка, а вместила в себя огромное количество подробнейшей информации! Понятно, насколько легче сравнивать лаконичные и строгие формулы, которые не зависят от стиля изложения, чем многостраничные протокольные записи с возможными разночтениями.

Например, в полицейском управлении Нью-Йорка установлена электронная вычислительная машина. Как только поступает сообщение об очередном преступлении, в устройство закладывается характеристика преступления в виде специального кода. Менее чем за три минуты машина информирует следователя обо всех аналогичных преступлениях, совершавшихся раньше в городе. Следователь думает, а не поискать ли автора нового преступления среди уже известных лиц, занесенных в картотеку? В конце концов манера преступления, повадки, «почерк» нарушителя — очень стойкие характеристики, которые трудно изменить, как ни старайся. Но ведь изучение сходства и различий в характере преступлений — это и есть сравнение вариантов. А краткие формулы, как уже говорилось, сравнить проще, чем пухлые досье.

Следователь не может годами ждать результатов работы криминалиста. Вот почему криминалист всегда ограничен временем. И другое. Решая частную, конкретную задачу, криминалист должен чувствовать всю широту диапазона расследования. Он не знает заранее, какие еще данные могут понадобиться, и поэтому должен вес-

ти расследование как можно более широким фронтом. Вот почему криминалистика берет сегодня на вооружение все новейшие средства кибернетики. Они помогают выходить из этих затруднений.

При экспертизах применяют электронные устройства, которые дают значительную экономию времени. Ведь выявление и изучение следов и других данных преступления имеют информационно-техническую природу. Значит, они доступны кибернетическому анализу. Сконструированы автоматы, способные «ощупать» следы ног, отпечатки пальцев, штрихи инструмента, воспринять и нужным образом закодировать их информационное содержание. Сравнив оригинал со следом, устанавливают их полное или неполное соответствие.

Электронные приборы умеют читать и рукописи. Это позволяет более объективно сравнивать и анализировать почерки. В рукописном тексте распознаются одни и те же, пусть даже по-разному написанные буквы.

Многие признаки, по которым классифицируются почерки, отпечатки пальцев, патронные гильзы и т. д., можно накапливать в машинной картотеке. Использование этих вспомогательных средств делает все — следствие, анализ способов преступления, криминалистическую регистрацию, наконец, исследование причин преступности — гораздо эффективнее. И прежде всего их ускорит.

Даже то, что раньше в криминалистике было известно как обыкновенное собрание фактов, теперь в терминах кибернетики — информация — приобрело новое качество.

В настоящее время в экономике и военном деле применяют автоматы, играющие в тактические игры. Эти автоматы определяют возможное поведение сторон и «вычисляют» их тактику. В криминалистике тоже приходится решать тактические задачи. Ведь здесь тоже имеют дело с событиями, которые определяются информацией, поступившей от заявителя или полученной в результате обследования места преступления, допроса свидетелей и т. д. Появляются несколько обоснованных версий, каждая с определенной степенью вероятности.

Иногда бывает, что не только замалчивается информация, полезная для раскрытия преступления, но сознательно или бессознательно вводится так называемый шум — посторонняя информация, не имеющая никакого

отношения к событию и мешающая раскрытию преступления.

По собранным фактам криминалист составляет план расследования и отдельных его этапов — шагов. Цель допроса обвиняемого и свидетелей состоит в том, чтобы получить или проверить информацию, касающуюся расследуемого события. Допрос с точки зрения кибернетики — это тактическая игра, допрашивающий и допрашиваемый противостоят друг другу как противники.

Все это звучит несколько непривычно. В самом характере допроса есть не только тактические принципы кибернетической игры. Нельзя забывать о психологическом состоянии допрашиваемого и следователя, влиянии на них различных обстоятельств, влиянии общественности и разных других факторов. Тем не менее в основе поиска правильного решения лежит кибернетическая система. Обе стороны пытаются в соответствии со своей тактикой, поведением, показаниями и вопросами добиться, как говорят кибернетики, максимально стабильной ситуации.

На допросе допрашивающий все время анализирует информацию о преступлении и всегда проверяет результат допроса. Убедившись в успехе или неудаче своих действий, ведущий допрос на основании этого вырабатывает тактику. Противоречия между участниками игры или в самих сопоставляемых фактах свидетельствуют о неустойчивости системы. Только по устранении всех противоречий система приобретает стабильность, и следователь с облегчением может сказать: «Все ясно, преступление раскрыто!»

Конечно, наша криминалистика учитывает и важнейший принцип социалистического законодательства — отношение к человеку. Для нас даже возможный преступник это не просто «противник по кибернетической игре».

В криминалистике применяется не только теория информации, а и такая чисто математическая дисциплина, как теория вероятностей. Без нее не обходятся в почерковедении, дактилоскопии, спектральном анализе вещественных доказательств. Появились работы, использующие теорию вероятностей для моделирования процесса доказывания. Математическая статистика участвует как в экспертизе, так и в анализе преступлений.

Применяет криминалистика дифференциальное и интегральное исчисления. Тригонометрию используют, что-

бы математически фиксировать события, запечатленные на фотографии. Не лишены значения для криминалистики номография, алгебра и, конечно, логика.

Не исключено, что кибернетика будет помогать в разрешении самых запутанных противоречий в ходе следствия. А электронные модели позволят разыграть множество различных вариантов преступлений, основанных на множестве переменных условий. И все это машина сделает с невероятной быстротой и точностью. Поэтому для следователя не будет даже проблемой попробовать на машине вообще все мыслимые варианты расследуемого преступления и получить настолько точные, настолько объективные данные, что ни в какой степени решение по делу не будет зависеть от различных случайных впечатлений, а порой и предубеждений.

Но не думайте, что кибернетика стала уже сыщиком значительно более умным, чем сам Шерлок Холмс. Здесь кибернетика делает еще только первые шаги.

## О ПРЕДКАХ И ПРЕДШЕСТВЕННИКАХ

«...Френсис Беннет, намереваясь проверить счета за сегодняшний день, направился к себе в кабинет. Неимоверный труд, когда речь идет о предпрятии, ежедневные расходы которого составляют восемьсот тысяч долларов! К счастью, успехи современной техники до чрезвычайности упростили такие подсчеты. С помощью электросчетного пианино Френсис Беннет очень быстро справился со своей задачей».

Это — Жюль Верн. Великий фантаст описал машину для вычислений задолго до появления нынешних электронных вычислительных машин. И хотя он «чуть-чуть» ошибся во времени их появления — ХХІХ век! — его предвидение достойно удивления.

Но, на мой взгляд, большее удивление должно вызывать не умение предвидеть то или иное техническое чудо, а умение конструировать, создавать машины, в которые закладываются принципы машин будущего.

Вот почему в первую очередь стоило бы рассказать о гениальном предвидении английского математика Чарлза Бэббиджа в его конструктивных разработках основных принципов построения вычислительных машин наших дней. Стоило бы упомянуть и великого немецкого

ученого Лейбница, и выдающегося русского математика Чебышева, и талантливого петербургского инженера Однера, и... да мало ли их было, создателей всевозможных механизмов, за всю трехсотлетнюю историю счетных машин.

Нисколько не претендуя на исправление трехсотлетней истории, хотел бы привести некоторые любопытные сведения из более далекого прошлого.

Но сначала о дате официального отсчета истории вычислительной техники.

«Тираническая  
любовь»  
и... вычислительная  
машина

3 апреля 1639 года один из парижских театров был переполнен. Шла трагикомедия Скюдери «Тираническая любовь».

Могущественный кардинал Ришелье, фактический правитель Франции при короле Людовике XIII, решил развлечься. Ему пришла фантазия, чтобы представление давала специально отобранная любительская группа молоденьких девушек.

Спектакль удался. Особенно блистала в этот день юная Жакелина. Она всех покорила обаянием и красотой, а ее сценические способности то и дело вызывали бурное одобрение знатных зрителей и даже самого кардинала. После спектакля он прошел за кулисы, чтобы выразить актрисе свое восхищение. Жакелина, потупив взор, подошла к кардиналу и неожиданно продекламировала:

— Не изумляйтесь, несравненный Арманд, что я так плохо удовлетворила вашему слуху и зрению. Моя душа находится под влиянием мучительной тревоги. Чтобы сделать меня способной нравиться вам, возвратите из изгнания моего несчастного отца; спасите невинного! Этим вы возвратите свободу моему духу и телу, голосу и телодвижениям.

Изумленный, вконец очарованный кардинал Ришелье поднял девочку и, не дав ей договорить, несколько раз поцеловал.

— Дитя мое, я сделаю для вас все, что вы хотите.

Этот случай, как ни странно, послужил поводом к тому, что через три года была изобретена первая в мире арифметическая машина, в появлении которой уже давно возникла необходимость.

Дело в том, что Жакелина была младшей сестрой Блеза Паскаля, впоследствии знаменитого ученого.

Отец Паскаля — Этьен Паскаль имел некоторое состояние. За год до описанного события он стал одним из вожakov группы недовольных, пострадавших от французского правительства, которое урезало ренту, получаемую с капиталов.

Ришелье, не терпевший возражений и малейшего противоречия, отдал приказ об аресте Паскаля. Заблаговременно предупрежденный другом, тот бежал, спасаясь от мрачных застенков Бастилии.

Из изгнания Паскаль возвратился вскоре после спектакля, который так понравился Ришелье. Кардинал милостиво обошелся с беглецом и назначил на выгодную должность интенданта в Руане.

Паскаль должен был заниматься главным образом взысканием налогов. Работа требовала обширных счетных занятий.

Ночами просиживал немолодой уже Этьен Паскаль над подсчетами многочисленных сумм.

Желая облегчить труд отца, юный Блез усиленно занялся разработкой суммирующего приспособления для подсчетов.

Работа оказалась не из легких, но кончилась успешно. Вскоре была построена счетная машина.

Три года еще пришлось трудиться изобретателю, перепробовать много вариантов, прежде чем создать окончательную модель.

Как сообщил полвека назад один французский журнал: «Существует более 50 экземпляров машины Паскаля... Все эти машины различны как в отношении материала, так и в отношении формы и выполняемых ими движений».

Что это так, свидетельствуют сохранившиеся и по сей день многие экземпляры машины. На внутренней стороне корпуса одной из них, выставленной в Парижском музее искусств и ремесел, есть надпись по-латыни, посвященная Парижской академии наук, а также указано имя изобретателя и дата изготовления.

Сохранился и старейший экземпляр, предназначавшийся конструктором для канцлера Сегье.

Значение изобретения Паскаля велико. Известный математик Бине, видевший первую вычислительную машину и подробно ее изучавший, говорил, что «мысль Паскаля, особенно для того времени, следует назвать необычайно смелой, так как он задался целью заменить

посредством чисто механических приспособлений деятельность нашего соображения и памяти».

Машина Паскаля произвела огромное впечатление на современников. О ней ходили легенды и слагались стихи. Весь высший свет стекался в Люксембургский дворец, чтобы посмотреть на удивительное изобретение.

Автор его к тому времени уже был знаменит. Имя его стало известно за пределами Франции. Им интересуется «покровительница» наук эксцентричная шведская королева Христина. К нему давно приглаждается знаменитый философ Декарт.

Все чаще и чаще рядом с именем Паскаля появляется характеристика в двух словах: «французский Архимед». Он и философ и математик, он и физик и изобретатель.

Как философ Паскаль не мог пройти мимо глубокого осмысливания факта создания счетной машины. «Вычислительная машина выполняет действия, более приближающиеся к мысли, чем все то, что делают животные», — заявил он.

Доказав возможность замены не только физического, но и умственного труда механическим приспособлением, он пошел дальше в своих заключениях. Изобретение укрепило в Паскале мысль, внушенную ему хотя и ошибочным, механистическим, но для своего времени прогрессивным философским учением Декарта, что ум человека действует автоматически и что некоторые сложные умственные процессы не отличаются от механических.

Конечно, уровень развития знаний в то время не мог позволить Паскалю сделать правильные философские выводы. Но посудите сами, какими смелыми выглядели высказанные им мысли в эпоху безраздельного господства религии, во времена, когда все, что относится к области так называемой духовной деятельности человека, приписывали безраздельному господству всевышнего.

**О предках** Случилось это в 1900 году. Из-за шторма искатели губок вынуждены были отвести свое судно от Пелопонесских островов к островам Антикира. Когда шторм утих, они продолжили поиски губок. И вдруг неожиданная находка: на глубине шестидесяти метров лежали обломки древнего судна, и в нем превосходно сохранились мраморные статуи и бронзовые предметы. Специалисты установили их возраст: две тысячи лет.

Но самое интересное выяснилось потом. Рассматривая как-то находки, сотрудник Национального музея Греции Валериос Стаис увидел в кусках бронзы части какого-то механизма. С величайшей осторожностью были сняты слои за слоем все отложения. Перед учеными оказался прибор.

Сначала думали, что это навигационный прибор. Потом предположили, что найденное — миниатюрный планетарий, один из тех, которые делал Архимед.

Полвека специалисты изучали находку. И вот американец Дерек де Солла Пранс реконструировал общий вид прибора. Он оказался своеобразным вычислительным арифметическим устройством, изобретенным примерно в 82 году до нашей эры.

Вычислительная машина, сделанная двадцать веков назад? Предок всех вычислительных машин?

Обычно историю вычислительных машин все начинают с арифметической машины Блеза Паскаля. Об этом с гордостью написано в «Энциклопедии» Дидро в 1751 году. В ней дано и первое описание машины.

Но вот совсем недавно доктор Франц Гаммер, издатель наследия великого Кеплера, обнаружил между старыми рукописями ученого письмо и рисунок, сделанный пером. Профессор математики и астрономии университета в Тюбингене, близ Штутгарта, Вильгельм Шиккард пишет своему другу Кеплеру, что по образцу счетной машины, сконструированной им ранее, он строил для Кеплера другую машину, но она еще до окончания работы сгорела.

Об изготовлении своей первой машины для счета Шиккард сообщил Кеплеру в письме от 20 октября 1626 года — в год рождения Блеза Паскаля. Шиккард писал, что машина «числа автоматически складывает, вычитает, умножает и делит».

Вероятно, эта машина была калькуляционной, ибо производила все арифметические действия, тогда как машина Паскаля — только два.

Много их было построено, первых вычислительных машин. Их делали из бронзы, из латуни, из слоновой кости, из дорогих пород дерева. Иногда и в деревянных ящиках, и в ящиках из-под макарон. Такую машину так и называли — «Модель макаронибокс».

Звучные имена давали счетным машинам: «Самосто-



ти», «Феникс», «Солей», «Пармеле», «Сумма», «Миллионер».

Но на смену этим созданиям с красивыми именами приходили более совершенные, хотя и названные скучно и безлико — «модель №...».

Первые счетные машины строили часовщики и литейщики, математики и астрономы, среди строителей этих приборов попадаются священники и даже графы и лорды.

Однофамилец известного немецкого математика Куммер предложил Петербургской академии наук изобретение, на которое получил в 1847 году патент. Математик академик М. В. Остроградский писал о нем: «Эта машина, предназначенная главным образом для сложения и вычитания, служит для выполнения этих действий в любом количестве и любом порядке и производит их проще, чем какой-либо другой прибор этого рода».

Прошло сто лет. В 1949 году артель «Музремонт» в Днепропетровске выпустила счетную машину «Прогресс». Комиссия, в которую входил профессор и доцент, так оценила новое изделие:

«1. Следует приветствовать инициативу артели «Музремонт», освоившей выпуск счетной машины «Прогресс».

2. Машина может быть полезна проектировщикам, научным работникам, студентам вузов и счетным работникам, так как она в очень значительной степени облегчает расчетную работу и дает в результате точное значение суммы, разности, произведения и частных с большим количеством знаков».

Анекдотичность этого случая в том, что машина «Прогресс» в принципе ничем не отличалась от счетчика Куммера.

В 1832 году в Петербурге появился безвестный провинциальный коллежский советник Семен Корсаков. Он принес в Академию наук любопытнейший проект интеллектуальных машин, названных им «гомеоскопами», или «идеоскопами». Изобретатель предлагал с их помощью механизировать запоминание логических выводов, вытекающих из определенного набора фактов.

Пользуясь его методом, утверждал Корсаков, можно охватить в один момент тысячи деталей. По его мнению, подобные приборы смогут найти применение в медицине при подборе лекарств по симптомам болезней

или в ботанике и зоологии при решении классификационных задач.

Эти устройства не без язвительности были забракованы Академией наук. Академики нашли, что «господин Корсаков потратил слишком много разума на то, чтобы научить других обходиться без разума».

#### ПОЧЕМУ 1843, А НЕ 1834

Курьезов в каждой науке более чем достаточно. Еще больше их в литературе, комментирующей науки или показывающей их историю. Немало курьезов и в кибернетике. Мне кажется, что в «Кибернетической смеси» бесполезно рассказать об одном маленьком курьезе, тем более что он связан с самим названием новой науки.

Термин «кибернетика» — не новый. Он происходит от греческого слова «кормчий», «рулевой». И встречается в трудах древнегреческих философов, в частности в «Диалогах» Платона. Здесь термин употреблялся для обозначения искусства кораблевождения и административного управления провинциями.

Если вы откроете книгу знаменитого французского ученого Андре Мари Ампера «Очерки по философии наук», то увидите, что в своей классификации наук кибернетику он поместил в разделе «политика». В таком значении это слово вошло в ряд известных словарей XIX века. Политику же он относил к наукам первого порядка и делил ее на науки второго и третьего порядков: *synciménique* — науку о сосуществовании и собственно политику — *politique proprement dite*.

А кибернетика — *cybernetique* — наука об управлении, по Амперу, стояла вместе с «этнодицией» (наукой о правах народов), дипломатией и «теорией власти». Причем кибернетика с теорией власти и составляли у него «собственно политику» и относились к наукам третьего порядка.

В каком же году Ампер впервые применил этот термин?

В книге «Автоматическое управление» издательства Академии наук СССР, 1961 год, на странице 12, в статье профессора В. В. Солодовникова «Проблема управления как важнейшая проблема кибернетики и автоматики» говорится, что это произошло в 1843 году. В сборнике под общей редакцией академика А. И. Берга «Кибер-

нетику на службу коммунизму» Госэнергоиздата, 1961 год, на странице 36 стоит та же дата. Тот же год указывает и И. Новик, выпустив в Политиздате в 1963 году труд «Кибернетика. Философские и социологические проблемы». Л. Теплов в «Очерках о кибернетике» («Московский рабочий», издания 1959 и 1963 годов) относит это событие к 1840 году. А. Кондратов в небольшой книжечке «Число и мысль», (Детгиз, 1963, с. 5) дает понять, что Ампер употребил слово «кибернетика» в 1828 году.

Ампер, чьим именем названа единица силы тока, прожил на свете шестьдесят один год. Он родился в 1775 году и умер в 1836.

Свой труд, о котором у нас идет речь, «*Essais sur la philosophie des sciences*», он издал в Париже в издательстве Башелье в 1834 году.

Это была первая часть (*première partie*). В ней слово «кибернетика» упоминается единожды — в таблице в конце книги.

Меня взяло любопытство, откуда пошли ошибки? Откуда А. Кондратов взял, что событие произошло за шесть лет до действительного, а Л. Теплов, что через четыре года после смерти Ампера, выяснить не удалось.

Что же касается ошибки в упомянутых «солидных» изданиях, то, вероятно, как источником авторы пользовались книгой Н. Винера «Кибернетика» (М., Советское радио, 1958). В ней в примечании редактора перевода Г. Н. Поварова на странице 24 указано, что Ампер назвал кибернетику в 1834 году. Но тут же дается по-французски название книги Ампера, вышедшей в 1843 году. Но дело в том, что это вторая часть (*2<sup>nd</sup> partie*), где о кибернетике говорится в главе IV, § IV, на стр. 140—142.

Возможно, что на дату — 1834 год — не обратили внимания, поскольку здесь был указан по-французски первоисточник. А впрочем, кто его знает — пути авторские неисповедимы!

У этого, как я его назвал, курьеза, «связанного с самим названием новой науки», возникло неожиданное продолжение.

В 1977 году редактор первого перевода книги Н. Винера «Кибернетика» на русский язык Г. Н. Поваров выпустил интересную книгу «Ампер и кибернетика». Серьезный, можно даже сказать, основательный

разбор взглядов великого физика Ампера на кибернетику (конечно, в его, амперовском, понимании этой науки) и сравнение их с современным пониманием вопросов управления. Поваров подробно рассматривает проблемы применения кибернетики к наукам о человеке, обществе и природе и высказывает некоторые свои предположения о будущем.

На содержательную книгу обратили внимание не только специалисты. Я встретил упоминание о ней даже в театральной рецензии, опубликованной в «Неделе».

В своей книге Г. Н. Поваров пишет:

«Большинство авторов, сравнивая идеи Ампера и Винера у нас и за рубежом, признает их логическую связь, хотя по-разному оценивает ее степень. Несомненно, обнаружение столь яркого прецедента облегчило восприятие новой теории. Вопрос, однако, трактовался большей частью бегло и не всегда точно». И далее идет сноска: «Так разные авторы называли разные даты появления кибернетики Ампера; см. обзор, сделанный В. Пекелисом в «Кибернетической смеси». И замечает: «Выше мы (то есть автор Г. Н. Поваров.— В. П.) указали 1834 г.— время выхода первой части «Опыта» (книги Ампера.— В. П.).»

Да, действительно, автор книги «Ампер и кибернетика» точен. Исторический анализ, сделанный им, основателен. Но вот жаль, что, обращаясь к нашему времени, весьма подробно прослеживая постепенное развитие кибернетических идей и обсуждая все вопросы, связанные с «функционированием» термина «кибернетика», он не указал на одно обстоятельство. Признавая в выводах, заключающих книгу, что «истина не вся лежит на поверхности и что пути к ней изобилуют неожиданными поворотами и крутыми подъемами», Поваров как раз и не отметил того поворота, перед которым стоит кибернетика сегодня. А в последние годы наблюдается естественный дрейф термина «кибернетика». И что именно с ним происходит, я уже рассказывал в главе «Существо дела», и только существо дела.

### САМАЯ ДРЕВНЯЯ НАУКА

В каждой шутке есть доля правды. Есть она и в шутке академика Капицы: «Бионику часто называют молодой наукой. Это неверно. Ведь еще господь

бог занимался бионикой, создавая людей «по образу и подобию своему».

Да, бионика, действительно, древняя наука. Человеческий род насчитывает около ста тысяч лет. Первое, что сделал человек, когда стал воспринимать окружающее,— это наблюдать природу. Звери, рыбы, птицы подсказали робкому пока на выдумки человеку, что и как можно построить.

Что мог наблюдать преимущественно наш далекий предок? Тихий всплеск воды в реке, дуновение ветра, полет птицы, бег животного. По нашим понятиям, он жил в мире малых скоростей. А потом? И домашние животные и «живые машины» — рабы тоже были тихоходными.

Лишь много-много позже человек окружил себя миром машин, которые передвигались или вращались все быстрее и быстрее и ставили перед ним множество загадок. Отсюда, из царства сложных машин и больших скоростей, пришлось снова идти на поклон к природе, где человек подметил много преимуществ по сравнению с его собственными созданиями. Именно с этого целеустремленного «подглядывания» за природой и началась наука бионика.

Когда заявляет о себе наука, сразу добровольцы ищут первооснователей, первооткрывателей и гениальных предшественников. Вспомнили Леонардо да Винчи и Ломоносова с их моделями летательных аппаратов; великого Гальвани с его лягушкой, открывшей лапкой мир «живого» электричества. Подняты имена Стокса и Журнеа. Нашли материалы и о том, как двести лет назад немецкий ученый Хоффнер исследовал кожу морской коровы, которой местные жители обшивали лодки. Среди пожелтевших бумаг рукописного наследия Иоганна Кеплера обнаружили трактат «О шестиугольном снеге». Гениальный ученый впервые высказывал идеи моделирования непревзойденного совершенства в природе.

Все это и интересно, и нужно. Но не будем искать истоков. Спросим бионику, что она есть сегодня, и заметим, что сегодня уже никто не заявляет, как когда-то гёттингенский профессор Лихтенберг: «Я не могу удивиться, когда прославленные люди утверждают, что в крыле мухи заключается больше мудрости, чем в искуснейших часах».

Задачи бионики определяют по-разному. Считают, что она занимается изучением биологических систем и процессов, чтобы применить полученные знания в технике. Можно сказать, что она закладывает основы общего языка, на котором сумеют изъясняться биологи и инженеры. Рожденную в бурный период развития кибернетики, бионику признают ее дочерью и дочерью биологии. Правда, есть авторитеты, представляющие бионику как развитие одного из аспектов биомимезиса — подражания одних форм жизни другим ее формам. Защитники этой точки зрения подчеркивают, что бионике никоим образом нельзя отождествлять с кибернетикой или считать частью этой науки.

Как бы там ни было, а бионика — прекрасная школа природы для людей, канал внедрения достижений биологии в технику.

Некоторые наиболее смелые бионики даже утверждают, например, что успехи физиологии высшей нервной деятельности, достигнутые на рубеже XX века, — победа, одержанная человечеством на дальних подступах к автоматическому производству.

Что же, может быть, и дозволительно утверждать сегодня такое с позиций бионики.

У человека пять органов чувств: зрения, осязания, слуха, вкуса, обоняния.

Бионика показала, какая поразительная, более богатая, чем у человека, чувствительность у некоторых животных. Механизмы их ощущений, их «живая техника» озадачивают ученых. Есть животные, способные видеть невидимые лучи, слышать неслышимые звуки.

Гремучая змея может уловить разницу в температуре, равную тысячной доле градуса.

Некоторые рыбы обнаруживают стомиллиардную долю пахучего вещества в одном литре раствора. Это все равно, что уловить присутствие тридцати граммов вещества, растворенного в Аральском море.

Тропические виды летучих мышей, пользуясь ультразвуком, засекают съедобную рыбу под водой.

Есть бабочки, у которых специальное покрытие нейтрализует ультразвуковую локацию летучих мышей.

Крысы ощущают радиацию. Отдельные виды микробов и бактерий быстро реагируют на слабое изменение ее уровня. А обыкновенный черный таракан радиацию видит. Это установили, введя ему в глаз электроды.

Глубоководные рыбы воспринимают чрезвычайно малые изменения напряженности электрического поля. Например, они улавливают изменение плотности тока менее чем в одну стомиллиардную часть ампера.

А угри — темно-зеленые рыбы длиной около двух метров — могут выпускать электрический заряд напряжением шестьсот вольт!

Комар при укусе развивает удельное давление до одного миллиона килограммов на квадратный сантиметр. Для сравнения: гиря в шестнадцать килограммов при основании в четыре квадратных сантиметра дает удельное давление всего четыре килограмма на квадратный сантиметр.

Водяной клоп гладыш с помощью специального органа регистрирует вибрацию среды, вызванную падением мелких тел. Из одной точки он прослушивает участок диаметром один метр. Ни одно из упавших на воду насекомых не спасается от его нападения.

Нильская рыба мормирус — по-русски ее название переводится как длиннорыл — обладает электрическим органом. С его помощью она электромагнитными колебаниями прощупывает свой путь в воде.

Пчелы, вероятно, видят любое движение. У них не глаза, а «лупа времени». Кино для пчел пришлось бы показать со скоростью не двадцать четыре кадра в секунду, как нам, а восемьсот.

Кашалоты и другие гигантские киты обладают способностью посылать друг другу инфразвуковые (низкочастотные) сигналы, которые киты могут воспринимать на расстоянии сотен километров.

Поражает умение животных ориентироваться. Голуби безошибочно находят путь к родным местам. Морские черепахи уплывают в море за несколько тысяч километров, а потом через каждые три года возвращаются на прежнее место побережья для кладки яиц.

Удивительными способностями обладают некоторые насекомые. Вот, например, богомол. Его мозг, как счетная машина, быстро и безошибочно за двадцатую долю секунды координирует все сигналы, и богомол стремительно хватается добычу.

Личинкам одной разновидности древесного жука не страшны зимние стужи, потому что в их клетках вырабатывается жидкость, противостоящая морозу. Анти-

фризными свойствами обладает также и кровь антарктической трески.

Изучение Петрокла, бабочки из семейства Морфо, привело к еще более неожиданному: у них обнаружили элементы голограммоподобных структур.

А сколь многообразны архитектурные формы, конструкции и виды материалов, сотворенные природой. Лист растения, цветок тюльпана, ствол бамбука, раковина улитки, панцирь черепахи таят в себе множество достижений великого строителя — природы.

В книге лауреата Нобелевской премии фон Фриша «Архитектура животных» говорится, что птицы, пчелы, колонии ос на тысячи лет «опередили» некоторые наиболее полезные изобретения человека. Например, термиты сооружают «дома» высотой до восьми метров — по масштабам человека это эквивалентно зданию двухкилометровой высоты!

Узнав все это, мог ли человек пройти мимо заманчивой идеи сделать своими руками то, что уже создала природа? Ведь мы сегодня живем в мире реактивных самолетов и космических кораблей, атомных машин и вычислительных устройств. Здесь надо быть зорким, быстрым, порой нужны гибкость и умение, которых нет у жестких и ломких искусственных созданий. Ко всему прочему, мы не можем и не хотим ждать, по примеру матери-природы, достижения совершенства через миллиарды лет.

Говорят, исследовать — значит видеть то, что видели все, и думать так, как не думал никто. Конечно, это верно. Но в наше время приходится и видеть то, что никто не видел.

У бионики есть символ — скальпель и паяльник, перевитые интегралом. Этот союз физиолога, техника и математика позволяет увидеть то, что никто не видел раньше.

Сравнительно нетрудно было, наблюдая за работой паука, ткущего паутину, попытаться «сплести» висячий мост. А вот как заглянуть внутрь живого? Образно говоря, с помощью скальпеля.

Специалисты утверждают, попытки понять функции различных частей тела, в первую очередь хорошо различимых органов, имеют длинную историю. Дети очень рано узнают, что глаза необходимы для зрения, и немного позже, что уши нужны для слуха. Они установ-



ливают это, наблюдая результаты незамысловатых экспериментов: закрывают глаза и затыкают уши. Что касается таких органов, как сердце, то его функция не столь очевидна. Этим можно объяснить возникновение некоторых странных идей в древней медицине. В разное время сердце, желудок и печень считали вместилищем души и мысли, а Аристотель мозгу приписывал функцию охлаждения крови.

Но скальпель, рассекая, умертвляет. А нам надо знать, как функционирует живое, представить его в работе.

Помогает интеграл.

Как? Абстрактный интеграл и трепетная жизнь?

Да, абстрактный интеграл и трепетная жизнь. Прошли те времена, когда физики и математики изучали природу так, будто бы нет жизни на Земле. Они уже давно интегралом открывают замки от тайников жизни. Даже говорят, что сегодня цель не только в том, чтобы математизировать биологию, но и биологизировать математику.

Чтобы знать связи только одной функции организма, ученый должен поставить многочисленную серию экспериментов. Но случается, и довольно часто, что биологу недостаточно знать, как протекает тот или иной процесс в организме. Надо выяснить и количественное соотношение, при котором отдельные элементы вступают во взаимодействие.

Математики предлагают биологам воспользоваться их методом: выразить все зависимости в формулах и просчитать процесс. Но количественный анализ требует длинной вереницы чисел, и поэтому на помощь приходит электронная вычислительная машина. Ну а техника? Старый заслуженный паяльник?

Обратимся к нейрофизиологии. До сих пор работа мозга для ученых — тайна за семью печатями. И чтобы выяснить, за что же в ответе тот или иной участок мозга, нейрофизиолог вынужден этот участок либо удалить из общей доли, либо, наоборот, подхлестнуть его деятельность, стимулировать.

И здесь нейрофизиолог очень похож на инженера, который при проверке мотора пробует удалить запальную свечу. Ответная реакция на такие действия следует незамедлительно: «чихание», потеря мощности, шум, вибрация.

Точно так же реакция не заставляет себя ждать, если нейрофизиолог удалит у животного часть мозга. Так же, как в случае с машиной, дефекты будут всегда определенными, ярко выраженными: нарушение двигательной регуляции или памяти, появление дефектов зрения или слуха...

Всякое начало трудно — эта истина справедлива для каждой науки и для бионики тоже. Но мы больше уже не дети. Мы теперь не путаем работу мозга с работой печени, не восхищаемся движением пальцев, локтя, плеча. Внутреннее устройство живой мускулатуры, нервной ткани, по которой идут сигналы, команды, где и как они вырабатываются, — вот что нас интересует.

Главная суть сегодняшней бионики — познание единицы живого. Отсюда ведут все пути и к изучению нервной системы, и к изучению органов чувств, и к изучению всех особенностей структуры организмов.

Задумывались ли вы когда-нибудь над поведением животного? Конечно, да. Но мало кому приходила в голову мысль о связи между поведением и нейрофизиологическими процессами. А эта связь часто вопрос жизни или смерти. Когда животному грозит внезапная опасность, у него нет времени для размышлений, или, как теперь принято говорить, для программирования. Доли секунды могут отделять его от рокового конца.

Бионику интересует нервный механизм при такой ситуации, поскольку реакция поведения тесно связана с определенными нервными реакциями. Вероятно, в столь сложной работе участвует великое множество нервных клеток. Очень трудно установить связь между отдельной нервной клеткой и нервной системой в целом. Один только мозжечок, координирующий и настраивающий работу центральной нервной системы, содержит чуть ли не сто миллиардов нервных клеток!

К проблеме подбираются исподволь. Выбирают для исследования животное с малым количеством нервных клеток, следовательно, с малым числом возможных комбинаций возбуждения. Ученые полагают, что различные системы организма используют разные принципы для опознавания приходящей информации. Значит, многое могут сказать не только органы чувств, но и другие биологические структуры даже на молекулярном и клеточном уровне.

В круг исследований, которыми занимаются сейчас

советские ученые-бионики, входят и модель зрительной системы человека, и нервные механизмы эхолокации у летучих мышей, и способы сигнализации в стае рыб, и надежность мозга, и роль больших молекул в механизме памяти, и истоки подъемной силы кальмара, и амортизация суставов конечностей, и механизмы восприятия запахов, и автоматика движений крыла птицы...

Кстати, если бы мы знали раньше о значении на крыльях стрекозы так называемых птеростигм, то избежали бы долгих и бесплодных поисков и немалых человеческих жертв при разработке противовфлаттерного устройства у самолета. А разве это только один пример?

Двигательная система паука подсказала инженерам конструкцию экспериментальной шагающей машины «Сороконожка». Она легко перебирается через овраги, свободно проходит заболоченные места.

Разрабатывают автомобиль-кенгуру, которому не нужны дороги — он может и перепрыгнуть в случае чего через встретившееся препятствие.

На севере с успехом работают снегоходы, передвигающиеся так же, как и пингины. Инженеры свою универсальную машину так и назвали — «Пингвин».

Вездеход для преодоления песчаных барханов пустынь строится на принципе, заимствованном у... тушканчика. Ведь этот зверек по самым рыхлым пескам передвигается словно по асфальту. А позволяет ему так путешествовать особая «конструкция» лапок.

Все это — классика бионики, это вошло в ее научный фонд и давно стало предметом работы ученых и конструкторов и перестает нас поражать.

Но коль у бионики такое удивляющее начало, каким может быть дальнейший путь? Вероятно, и бионика поможет биологии стать лидером современного естествознания. И тогда бионика, безусловно, перехватит технику у физики.

Перечисление наук с приставкой «био» заняло бы сегодня немало места. В литературе все чаще появляются сообщения об исследованиях в области биофизики, биохимии, биоэнергетики, биооптики, биоакустики, биоэлектричества, биомagnetизма, биотермодинамики, биоинженерии, биорадиации и даже биоастрономии. Встречаются упоминания о биокинематике, биостатике, биодинамике, биогидродинамике, биомagnetогидродина-

мике, биокристаллографии и уж совсем неожиданное — биоматериаловедении.

Вот биоэнергетика. Она ищет способы получать электроэнергию от биохимических топливных элементов, то есть непосредственно от организмов: за счет мышечной работы, или тепла тела, или же от энергии движения крови, химической активности. Вот жучки-светлячки — это целая биохимическая фабрика, где сложнейшие химические реакции сопровождаются свечением. А за счет реакций внутри организма обезьяны можно получить энергию для работы регулятора сердца. Пока живые топливные элементы применяют в спорте и медицине. Но это пока...

Бионика подсказала одну из великих идей будущего — идею биологизации производства: незачем пропадать даровым «машинам» и «приборам» природы. Давно известно, что химический состав растений может указать на присутствие полезных ископаемых. Мед пчел — сладкая карта, говорящая геологам о залежах руд в районе сбора нектара. В морях и океанах морские животные, водоросли, бактерии, микробы накапливают в организмах химические элементы. Нельзя ли их заставить дабывать ценные вещества для человека? Созданы уже живые фабрики, где получают антибиотики, витамины, аминокислоты, белки, жиры. Идут усиленные поиски биологических средств защиты от опасных излучений. Надеются построить живые фильтры для очистки воды, воздуха и почвы от радиоактивности.

Высказывают даже идею создания новой промышленности — бионической: самовоспроизводящейся, самовосстанавливающейся, да и к тому же саму себя снабжающей энергией и исходными материалами.

И хотя теперь много говорят об успехах бионики, мы должны признать, что нет еще открытий, которые вплотную приближали бы нас к умению строить неживое как живое. В неживой природе увеличение сложности приводит к понижению устойчивости. А в живой природе сложное очень устойчиво. Устойчивость организма в целом выше устойчивости каждого элемента в отдельности. Вот почему живое способно к выживанию.

Мы часто сравниваем созданные нами приборы с живыми существами и видим, как мы еще в своем творчестве далеки от природы. И возник лозунг: «От

живых прототипов к живым элементам». Нечего, говорят некоторые специалисты, пытаться приблизиться в совершенстве «второй природы» к первой. Лучше взять сами биологические системы, а не их принципы, и встроить их в машину или прибор.

Речь идет об использовании живой ткани и живых органов в качестве элементов управляющей и вычислительной техники. Глаз таракана хорошо улавливает направленное инфракрасное излучение. Но как вставить его в систему самоориентации спутника Земли?

Интересно, что во взаимосвязи биологии с техникой есть и обратное направление: от техники к биологии. Другими словами, не от формулы жизни к формулам машин, а наоборот, от формул машин к формулам жизни.

Об этом говорил академик Иоффе — проницательность его просто удивительна. На вопрос, используют ли живые организмы те средства, к которым приходит техника, например особые свойства и преимущества полупроводников, он отвечал, что между механизмом биологических процессов и работой полупроводниковых приборов можно ожидать близкой аналогии. И доказывал на примере фотосинтеза некоторую связь между мертвым кристаллом и живым листом.

Вряд ли приходится сомневаться, что первой стадией фотосинтеза растений служит фотоэффект: сообщение светом энергии одному из электронов хлоропласта и отрыв его от своего атома. В результате получается ионизированная молекула — свободный радикал, вызывающий самые мощные химические реакции. Фотоэффект — это звено, связывающее биологические процессы с полупроводниками.

Вернемся к символу бионики: скальпелю, паяльнику, интегралу — трем китам, на которых стоит ее здание. Они, как мы знаем, олицетворяют и технику, и математику, и биологию.

Естественно, возникает вопрос, кто должен развивать бионику — инженеры или биологи? Нет сомнения, чтобы заниматься бионикой, нужно хорошо ориентироваться и в технике, и в математике, и в биологии. И лучше, когда эти знания, по убеждению самих биоников, в одной голове, а не в одной комнате. Ведь необходим совершенно новый образ мышления, который бы в равной мере устраивал и инженера, и биолога.

## ПЧЕЛЫ, МУРАВЬИ И КИБЕРНЕТИКА

Вспомните, как много таинственного люди раньше находили в необыкновенной жизни удивительных насекомых — пчел и муравьев. Каким туманом мистики обволакивалось все, что было связано с правильной, трудовой, богоугодной жизнью пчелы-радетельницы и муравья-труженика. Нередко в укор простому человеку, в назидание ему приводились примеры из жизни пчел или муравьев. При этом ссылались на силы всевышние, так разумно организовавшие эту правильную жизнь. Но шло время. Наука открывала одну за другой загадки природы, и уже можно сказать, что человек сегодня перестал стоять перед ульем или муравейником в почтительном изумлении, а смело проник в них взглядом исследователя. Человек не пришел в состояние смятения от увиденного — сложной и многообразной жизни пчел и муравьев, а, наоборот, уверенно, хотя и осторожно, глубоко, хотя и постепенно, стал докапываться до истины: а что есть пчелы и муравьи?

Значительность и глубина этого проникновения состоят в том, что человек нашего времени, описывая жизнь насекомых, не просто знакомит нас с пчелами и муравьями и даже не в том, что он проник в их «внутренний мир» (ведь пчел и муравьев наделяли разумом), а в том, что он проник в самые что ни на есть основы биологии пчелиной семьи и муравьиного общества.

Недавно я нашел в своей записной книжке заметку, которая побудила меня написать несколько слов о пчелах, муравьях и кибернетике. Вот эта заметка.

«Автор книги «Пчелы» И. Халифман не боится рисовать картин будущего, хотя известно — в биологии это занятие рискованное. Вот фантазер! Представляет себе, как создадут нежалящих пчел, пчел мохнатых — шмелеподобных гигантов, пчел — послушных дрессировке, и даже пчел — геологоразведчиков... Но не в этом смелость автора. Отталкиваясь от изучения пчел, он обращается к таящим величайшие возможности вопросам управления в живой природе».

Прошло много лет. И величайшие возможности управления в живой природе из так называемых вопросов постановочных стали вопросами эксперимента и математического расчета.

Пчелы и муравьи... «В этих трепещущих жизнью

цельностях, в этих «организмах организмов» жизнь протекает как двуединый процесс. Это одновременно и существование отдельных растущих, развивающихся и размножающихся особей, и существование их закономерно растущих, развивающихся и воспроизводящих жизненных организаций, которые каждую совершенную особь превращают в часть сложной органической структуры». Какова она, какими законами управляется — ставится законный вопрос в книге «Пчелы». Она — начало ответа, а продолжение другая книга того же автора — «Муравьи».

Почему животные собираются в стада и табуны, а птицы в стаи? Кто собирает гигантские скопища пернатых? Какая сила организует птичьи базары? Кто тот диспетчер, который регулирует полеты стай на тысячекилометровых птичьих авиалиниях? Обнаружим ли мы когда-нибудь подводных пастухов, сгоняющих рыб в косяки в реках и морях, в озерах и океанах?

Конечно, не без участия кибернетики будут со временем вскрыты многие условия жизни организмов и главным образом законы управления их сообществами. Это тот инструмент, который, возможно, позволит нам научиться превращать одиночно живущие виды в виды, живущие биологическими общинами, семьями. Другими словами, мы получим новое могучее средство для управления природой.

Итак, от опыта управления жизнью семьи пчел как целого, от изучения законов пчелиной жизни к кибернетическим законам управления природой, к анализу законов жизни вообще.

Когда сегодня жизнь пчел рассматривается под кибернетическим углом зрения — это ни у кого не вызывает удивления. Но представьте себе: под таким углом зрения Халифман написал о некоторых сторонах жизни пчел много лет назад, в годы «первого лепета» кибернетики, когда о ней мало кто знал, а главное, мало кто ее признавал. При отсутствии специфических для кибернетики понятий и терминов книга Халифмана проникнута кибернетическим духом, особенно в тех случаях, когда автор касается вопросов управления в живой природе.

Следует отметить, что в 1958 году, за два года до первого симпозиума по бionике в США, в Советском Союзе вышла книга того же автора «Пароль скрещен-

ных антенн». В ней была уже бионическая глава — о птеростигме и флаттере, о том самом флаттере и том самом птеростигме, которые уже упоминались мною в предыдущем очерке.

Но сам Халифман в предисловии к книге Р. Шовена «Мир насекомых» пишет: «Днем рождения бионики, хотя она тогда и не имела своего названия, можно считать 7 октября 1952 года. В этот день распоряжением тогдашнего президента Академии наук СССР А. Н. Несмеянова была создана рабочая группа для обсуждения мер, призванных расширить биофизические, физиологические и экологические исследования насекомых, с тем, чтобы как говорилось в докладной записке, вызвавшей к жизни создание группы, превратить биологические науки в поставщика также и «конструкторских идей».

Муравьи, их жизнь дают больше, чем другие живые существа, свободы кибернетическому мышлению. Еще И. В. Мичурин заметил: «Муравей — насекомое очень развитое, смышленное и чрезвычайно хитрое». Не случайно поэтому в книге Халифмана «Муравьи» появилась целая глава, названная кибернетическим термином «обратная связь».

Говоря о том, как муравьи находят дорогу, как реагируют на свет и запах, с помощью чего крепят целостность муравьиной семьи, автор свободно пользуется терминами «информация», «сигнал», «память». Вот пример. «Главные орудия взаимного питания воплощены у них (муравьев.— В. П.) в язычке и зобике, при их посредстве возникает общественный обмен веществ, сплавляющий массу особей в единую семью. Теперь мы убедились, какое важное орудие взаимного сплочения представляют собой прикосновения антенн, химические сигналы, восприятия ароматических вех. Они также объединяют действия отдельных особей, и семья воспринимает информацию и реагирует на нее, как нечто целостное».

Из рассказанного в книге о муравьях видно: муравьиная семья способна к переработке очень сложной гаммы сигналов. И это несмотря на то, что нервные узлы у муравья не составляют и четверти булавоочной головки. Сегодня, когда наука ставит перед собой задачу моделирования процессов, протекающих в мыслящем мозге, такое удивительное явление заслуживает особого внимания.



Между прочим, биологи не всегда правильно представляли себе возможности кибернетики. В вышедшей в Париже книге один видный биолог утверждал, что если бы удалось создать устройство, могущее воспроизвести все действия, на какие способен самый крохотный муравей, то разместить такое устройство можно было бы в сооружении, большем, чем гигантское здание — нью-йоркский Эмпайр стейтс билдинг. А что же тогда действия муравьиной семьи? Их, по логике, сможет воспроизвести электронная машина величиной с Нью-Йорк?

Нет, уровень, а главное — перспективы развития электроники в союзе с математикой обещают пути более рациональные, более экономные. Уже создана электронная модель нейрона, моделируются отдельные функции головного мозга, вероятно, не слишком дальняя перспектива — модель муравья.

Исследователи ставят опыты с муравьями, чтобы выяснить, механически ли они выполняют работу, если перед ними «поставить задачу» и поощрять их. Такие опыты очень любопытны.

Не случайно, выслушав рассказ исследователей о возникновении типичной муравьиной кучи Формика (вид муравьев), аккуратно покрытой слоями радиально уложенных хвоинок и неизменно представляющей одновершинный конический купол, академик В. А. Трапезников, известный наш специалист по автоматике и управляющим системам, искренне изумился.

— Ах, шельмы! — смеялся он. — Выходит, это они Алексея Ковшова и шофера Мохова (смотри: Ажаев, «Далеко от Москвы». — В. П.) научили трубы на участках возить не «от себя», все время удаляясь от базы, а «на себя» — гак, чтоб при любой вынужденной разгрузке труба оказывалась там, куда ее полагалось бы завести последующими рейсами.

Можно закодировать все пути-дороги муравьев-фуражиров и посчитать на электронных машинах, насколько они рациональны. Ведь находим же мы оптимальные планы грузовых перевозок на транспорте. Вероятно, можно записать и проверить многие виды передач информации в муравьиной семье.

Бесспорно, это сделают. И мимо таких интересных опытов не пройдут биологи-исследователи, все больше и больше увлекаясь кибернетическими идеями.

Интересно, что те, кто работает над моделированием, находят в природе общественных насекомых и, в частности, в муравейнике естественные варианты моделирования живого, богатейший кибернетический репертуар, созданный органической эволюцией.

Все это я, признаюсь, написал под влиянием писателя и биолога, лауреата Государственной премии СССР И. Халифмана. Он присылает мне свои книги с дарственными надписями. Я просто не имею права не обнаруживать выдержки из них. Они, на мой взгляд, нечто вроде визитных карточек кибернетических представлений биолога о жизни общественных насекомых.

«...В развитие обратных связей, которые действуют и в шмелином мире...»

«...С нескрываемым желанием убедить в том, что так называемая семья так называемых общественных насекомых действительно представляет собой наглядную живую модель живого, содержательнейшее кибернетическое произведение естественного отбора».

«...Посылаю последнюю книгу серии, 30 лет назад начатой «Пчелами» и на ряде новых и новых объектов доказывающей: живой органический интеграл — реальность, дискретная целостность множеств — не просто литературный образ, но естественный исторический факт, а также живая модель живого».

Стоило бы обратить кибернетикам и биологам пристальное внимание на эту «живую модель живого».

#### **ДОБАВЛЕНИЕ К ОДНОЙ БИОГРАФИИ**

Имя Петра Васильевича Митурича можно назвать среди тех художников, по творчеству которых определяют уровень мастерства современного им искусства. Он был одним из ведущих мастеров советской графики, в частности такой интересной ее области, как рисунок.

Сведения о выдающемся художнике П. В. Митуриче можно найти в справочниках, энциклопедиях, художественном календаре. Но нигде вы не найдете сведений о той деятельности этого незаурядного человека, которая составляла второе «я» его творческой личности.

Художник Митурич был оригинальным изобретателем, одним из тех, кто первым, вдумчиво вглядываясь в природу, смело решил брать у нее для техники, казалось бы, неподходящие принципы живого. Он не только

экспериментировал, но и пытался понять и вскрыть сложнейшие закономерности.

На первый взгляд рассказ об изобретениях Митурича более уместен в другой книге, на другую тему — об энергетике. Но я выбрал его для своей «Кибернетической смеси» не случайно: меня глубоко поразила зоркость художника — не инженера, а именно художника, увидевшего возможность бионического подхода к решению технических задач.

Митурич создал движитель для судов и глиссеров, совершенно непохожий ни на что, до его времени известное.

Когда вы берете в руки модель судна, созданного Митуричем, у вас такое ощущение, будто вы держите в руках живое существо, настолько модель подвижна, гибка, эластична. Вы пускаете ее в бассейн, и она воистину чувствует себя, как рыба в воде, движется, извиваясь, словно угорь.

Изобретая волновые движители, П. В. Митурич с 1921 года сделал двенадцать заявок. На девять из них получил авторские свидетельства.

Необычность предложений изобретателя пугала. Никто не хотел понять новизну его идей. Он начисто отказался от винта как движителя, предлагая совершенно оригинальные конструкции плавательных аппаратов, имевших необычные динамические свойства — «живую» конструкцию всего тела.

Эксперты говорили изобретателю: «Мы, судостроители, боремся с гибкостью судов, а вы в их гибкости ищите какие-то динамические возможности. Смело до безумия, но фантастично и неактуально».

Конечно, смело и, конечно, фантастично: без этого не было бы Митурича-изобретателя. Подметив в природе волновой принцип движения, он — человек творческий — не мог отказаться от этой идеи и думал о ней буквально днем и ночью. На этом принципе изобретает «распределительное устройство для последовательного впуска и выпуска воздуха в баллоны оболочки дирижабля с целью создания волнообразного, колеблющегося движения для перемещения дирижабля в воздухе» и получает на это авторское свидетельство.

Сделав в 1921 году первую заявку на схему модели волнового летуна и получив отрицательный отзыв знаменитого впоследствии аэродинамика академика Юрье-

ва, он не испугался и не успокоился, а тридцать лет неустанно работал. И все же построил модель. Ее вес 70 граммов, мотор — 53 грамма, несущая поверхность — 6,6 квадратного дециметра. Модель в 1951 году совершила самостоятельный разгон, отрыв и бреющий полет!

Просто диву даешься, как этот человек, принадлежащий к тем художникам, «по творчеству которых определяют уровень мастерства современного им искусства», «один из ведущих мастеров советской графики», а значит, много, упорно, талантливо работавший в искусстве, находил время, чтобы заниматься изобретательством.

Ведь он не просто эмпирически дошел до нового принципа — волнового движения, но и рационально пытался применить его в различных сферах. Изобретатель ставит ряд экспериментов и, получив обоснование своей идеи, обращается в Министерство путей сообщения с предложением: «О преимуществах волнового пути на железных дорогах». Ведь путь и в горизонтальной и в вертикальной плоскостях практически не прямолинеен, а волнообразен.

Я видел эти опыты на приборе, построенном покойным изобретателем. Но, роясь в многочисленных отказах изобретателю, я не нашел полного объяснения, которым отрицался бы физический эффект, полученный Митуричем. Ему отвечали просто: «Не вдаваясь в теоретическое обоснование Вашей работы... так как это выходит за пределы деятельности производственного Министерства, подтверждаем неприемлемость Вашего предложения».

Правда, писали и так: «Дорогой коллега! Очень прошу Вас не отказать в консультации по изысканиям тов. Митурича. Мне кажется, что здесь есть «нечто» весьма интересное».

Так писал в 1933 году академик Г. М. Кржижановский, заинтересовавшись идеями Митурича. И он был прав. Сегодня бурное развитие бионики подсказывает людям много путей подражания природе. От этого люди получают прямой выигрыш. Уже проскальзывали в печати сообщения, что в США строят «волновую» подводную лодку и ведут эксперименты над волнообразно колеблющимся в движении дирижаблем. А совсем недавно я встретил в печати сообщение, что в Англии запатентована конструкция подводной лодки в форме рыбы и взялись за разработку бесшумного движителя, основан-

ного на способе передвижения змеи. То есть опять волновой принцип, шестьдесят лет назад запатентованный Митуричем. Думаю, стоило бы назвать этот принцип именем его первооткрывателя.

Как здесь не привести горьких слов Петра Васильевича Митурича: «Исторически повторяющиеся трудности продвижения принципиально новой мысли встречаются, и в этом случае скучно было бы приводить параллели».

Параллели приводить, действительно, скучно. И я этого делать не буду. Но не рассказать о том, что узнал, побывав в мастерской моего друга художника Мая Петровича Митурича — сына изобретателя, не мог.

### **НУЖНЫ ЛИ ФОРМУЛЫ ЛИСТЬЯМ И ЗЕМЛЕ?**

Писатель Олег Николаевич Писаржевский имел при себе записную книжку, куда заносил самое удивительное и невероятное из того, что его поражало. Как-то раз, когда мы с ним отчаянно спорили о джазе (он был большой любитель и редкий знаток джаза), он совершенно неожиданно прочитал вот такую запись:

«Международный конгресс ботаников. Работы Сингха и Паниаха (Индия). Встречены со смешанным чувством недоумения и восторга. Каждое утро индийские ученые устраивали для одного из водяных растений типа элодеи двадцатипятиминутный концерт. Они наблюдали под микроскопом изменения, которые происходили в протоплазме листьев под действием музыки, и обнаружили полное соответствие жизненных ритмов развития растения и музыкального на него воздействия. Аналогичным исследованиям была подвергнута мимоза. Мимоза «озвученная» в полтора раза превзошла по интенсивности роста выращиваемую в тишине.

Музыка и рост растений.

Наука поистине может научить удивляться».

Да, наука может научить удивляться.

Установлено, что звук реактивного двигателя ускоряет прорастание семян сахарной свеклы.

Слышали ли вы, что сыворотка из крови людей, больных кататонической формой шизофрении (проявляющейся в длительной скованности), вызывает и глубокую задержку у животных и даже инфузорий? Но если

бы только это! Растения, получившие такую сыворотку, перестают... поворачиваться к солнцу.

А недавно я прочитал об интересных экспериментах советских ученых. Вот описание этих опытов.

Из стебля тыквы выделяли токопроводящие пучки и подсоединяли к ним микроэлектроды. Затем разными способами раздражали корень растения, например слегка надрезали его. И уже через тридцать — сорок сантиметров от места раздражения в считанные секунды появлялся электрический импульс: на экране осциллографа возникал всплеск.

Это могло означать только одно: от места повреждения вверх по стержню устремился сигнал, электрический импульс. Вывод: не только животные, но и растения обладают способностью откликаться на внешние раздражения.

Мало того, растения, как и животные, как и мы с вами, подчиняются ритмам жизни. Они, как и мы, устают и нуждаются в ночном отдыхе.

Высказываются предположения, что, как и человек, цветы якобы умеют «сопереживать» и будто бы в доме, где печаль, скука и ссоры, цветы вянут скорее.

Еще удивительное предположение (основанное на опытах), что в растениях заложены элементы «памяти» и что растения принимают сигналы и по специальным каналам передают их в определенные центры, где перерабатывается информация и подготавливаются ответные реакции. Эти центры могут находиться в шейках корней, которые являются своеобразным сердцем растений. Корень, так же как и сердце, сокращается, у него есть фазы возбуждения и торможения. Он реагирует на пятьдесят механических, физических, химических, биологических факторов и всякий раз выбирает при этом оптимальную программу для роста растения.

Известно, что растения отмечают изменения влажности тоньше и точнее любого нашего прибора, даже электронного. Они во много раз чувствительнее к свету, чем глаз человека!

Некоторые исследователи утверждают, что в растениях сигналы «бедствия» регистрируются даже в тех случаях, когда угрозам воздействием подвергаются не они сами, а те, что растут поблизости.

Уже точно установлено, что инфракрасное излучение у пораженных и больных деревьев гораздо интенсивнее,

чем у здоровых — будто больные деревья лихорадит, у них повышенная температура.

Если растения на самом деле обладают чем-то вроде «нервной системы», то ее излучение может подвести нас к решению заманчивой проблемы — управлению ростом.

Об этом когда-то мечтал знаменитый наш физик А. Ф. Иоффе, директор первого в мире Института агрофизики. Он с уверенностью говорил, что человек, применив в агробиологии тончайшие методы физики, химии и математики, овладеет внутренними процессами живого организма и станет хозяином взаимодействия растений с внешней средой.

Сегодня в лаборатории вместо растения в окружении традиционных колб, ступок, фильтров и пробирок можно увидеть растение в окружении миниатюрных регистрирующих датчиков. Обширные данные, подробную информацию круглосуточно регистрирует автомат. Ученый-исследователь в любой момент может получить у него динамическую характеристику жизни растения.

Пока научились управлять только простейшими растениями. В Красноярском институте физики автоматически регулируют рост хлореллы. Хлорелла — одноклеточная водоросль. Ее рост — это простое деление клеток. Хлореллу помещают в сосуд, где она плавает. Рядом ставят измерительную систему. Сквозь сосуд пропускают световой луч, который падает на фотозлемент. По степени рассеивания луча определяют концентрацию клеток хлореллы в жидкости. Установка подкармливает растение светом и минеральными веществами, пока не заставит хлореллу дать наибольший прирост. Автомат запоминает наивыгоднейший режим и ведет процесс только на этом уровне.

Опыты идут от простого к сложному. Со временем управление применяют не только к простейшим растениям, но и к высшим.

Пятьдесят родительских линий кукурузы могут дать 1225 простых и 690 900 двойных гибридов. Как определить наилучший вариант из этих скрещиваний? Электронная вычислительная машина находит по имеющимся признакам родительских сортов сорок — пятьдесят наилучших вариантов. Отобранные гибриды испытываются на полях. Их отличает высокая урожайность, большое содержание жира и протеина в зернах, стойкость против вредителей.

Известно, что жизнь человека коротка, а вывод нового сорта растений — дело чрезвычайно длинное и сложное. Недаром труд селекционера роднят с искусством, сравнивают селекцию с ваянием. Селекционер, подобно скульптору, работает над новой формой. Свое «произведение искусства» он должен найти среди миллионов растений. Раньше поиск шел, да часто еще и теперь идет эмпирически. Главный инструмент здесь — терпение, наблюдательность, тренированная память и то необъяснимое чутье, которое подсказывает: «Вот этот, а не тот».

А если применить математику? Если определить и вычислить, от чего зависит урожайность, по каким признакам и показателям отбирают сорт? Да, математику применить можно, и с большим эффектом. С ее помощью выводят коэффициент зависимости между урожаем и величинами, его составляющими.

Когда-то в России говорили о людях науки в сельском хозяйстве — «ученый агроном». Не так давно возник термин «сельскохозяйственный инженер». Теперь мы свидетели рождения непривычного сочетания слов «сельскохозяйственный кибернетик».

Чем же будут заниматься люди столь необычной пока профессии?

Единственным измерительным инструментом земледельца в прошлом была его рука. Этот «датчик» веками служил исправно — наравне с опытом, традицией, крестьянским чутьем. Приложил руку к земле — узнал, достаточно ли она прогрелась. Размял ее пальцами — определил, созрела ли она, чтобы принять семя. Теперь, надо думать, на смену живому датчику придет электроника. На полях появятся точнейшие приборы, которые будут сообщать агроному все необходимые данные о состоянии каждого поля, каждого участка обрабатываемой земли.

Вырисовывается как реальность перспектива дистанционного управления полеводством. Конечно, это не будет иметь ничего общего с идеей кнопочного выращивания урожая. Суть в другом. Агроном получит возможность обоснованно принимать решения, сверять, как по хронометру, свои действия с тем, что будет ему подсказывать ЭВМ. Множество агрофизических сведений поступит в нее с полей от датчиков. Все, что узнают электронные щупальца на полях, она приведет в стройную



систему, сравнит с программой и выдаст рекомендации. Машина станет и неограниченной электронной памятью агронома, и его надежным советчиком.

Мы по традиции говорим: сельское хозяйство. Между тем оно уже давно начало менять свой облик, превращаясь в агропромышленный комплекс. И, как любая другая отрасль современного индустриального производства, агропромышленный комплекс не обойдется без широкого использования ЭВМ во всех сферах — от управления комплексом в целом до управления каким-либо конкретным производственным процессом.

Вот на какие размышления натолкнула меня запись в блокноте о влиянии музыки на рост растений. Между прочим, растения будто бы джаз не любят, он, говорят исследователи, замедляет их рост. А классическая музыка им «по душе»: под нее они растут быстрее.

### **НЕСКОЛЬКО ЭПИЗОДОВ ИЗ ЛИЧНОГО ЗНАКОМСТВА С ТЕЛЕПАТИЕЙ**

#### **Вступление к эпизодам**

Нередко заходил ко мне домой после сеансов телепатии в секции биоинформации Научно-технического общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова писатель-фантаст Север Гансовский. Он так убедительно доказывал существование телепатической связи, так увлеченно и эмоционально рассказывал об этом, что я готов был всему поверить, но... Это несносное «но»! Недаром французы говорят, что с помощью «но» в бутылку можно загнать даже Париж!

#### **Эпизод первый**

Собственно, именно с него и началось мое знакомство с телепатией. Однажды, а точнее, 16 декабря 1959 года я получил по почте письмо следующего содержания: «Уважаемый товарищ! Научный студенческий совет при бюро ВЛКСМ приглашает Вас на заседание кружка общей биологии, на котором с лекцией на тему «Биологическая радиосвязь» выступит кандидат физико-математических наук Б. Б. Кажинский. Лекция состоится... Проезд...

Просьба для входа на факультет иметь при себе паспорт или другой документ».

На лекцию я не пошел. Со взглядами Кажинского на биологическую радиосвязь я был хорошо знаком по

его рукописи. В то время я работал в издательстве «Молодая гвардия», куда автор принес для издания свою рукопись «Биологическая радиосвязь».

Признаюсь, трудно было оставаться равнодушным к случаям телепатической связи, приведенным в рукописи.

...В конце августа 1919 года Кажинский пришел уставший и расстроенный к себе домой после посещения друга, девятнадцатилетнего юноши, тяжело больного брюшным тифом. После чая он лег спать. Вдруг среди ночи проснулся от необычного звона возле самого уха. Звон походил на стук серебряной ложки о край тонкого стакана. Кажинский засветил лампу и хотел прогнать со стола кошку. Но ни чайного стакана не было, ни кошки. Посмотрев на часы — было два часа ночи, — Кажинский заснул. А на другой день мать юноши рассказала, что больной умер ровно в два часа ночи, когда она хотела дать ему микстуру, зачерпнув ее серебряной ложкой из стакана.

Кажинский был свидетелем и чрезвычайно оригинальных опытов, которые проводил знаменитый дрессировщик В. Л. Дуров со своей собакой Марсом. Привожу запись этого эксперимента, зарегистрированного протоколом от 17 ноября 1922 года.

«По инициативе В. Л. Дурова проф. Г. А. Кожевников дает Дурову задание внушения собаке Марсу следующих действий: выйти из гостиной в переднюю, подойти к столику с телефонным аппаратом, взять в зубы адресную телефонную книгу и принести ее в гостиную... После полуминутной фиксации взглядом морда собаки выпускается из рук В. Л. Дуровым. Марс устремляется к середине комнаты. В. Л. Дуров усаживает Марса вновь в кресло, держит в руках его морду, полминуты фиксирует и отпускает Марса. Марс направляется к двери и хочет ее закрыть. В третий раз... Марс устремляется в переднюю, поднимается на задние лапы у шкафчика в передней, не найдя ничего на нем, опускается, подходит к подзеркальному столику, опять поднимается на задние лапы, ищет, но не взяв ничего, подходит к телефонному столику, поднимается на задние лапы, достает телефонную книгу и приносит ее в гостиную... В течение опыта все находилось в гостиной. Собака была в передней одна. За ее действиями наблюдал проф. Кожевников через щелку открытой двери.

В. Л. Дуров находился в гостиной вне поля зрения собаки».

Кажинский, радиоинженер по специальности, рассматривал подобные случаи телепатической связи как биологическую радиосвязь между «передатчиком» и «приемником». Он не сомневался, что эта «естественная» способность человека воспринимать в своем сознании передачу через физическую среду мыслей на расстоянии как одну из функций мозга, осуществляемую посредством элементов нервной системы, излучающих и улавливающих биоэлектромагнитные волны — продукт электрических колебательных токов в мозговом конце анализатора, являющемся действующей частью колебательного контура нервной цепи организма».

Он был уверен, что носителем информации служат ультракороткие радиоволны. Но...

**Эпизод второй** Я выбрал два разных примера, два наиболее характерных типа среди описываемых случаев телепатии. Первый из них, с Кажинским (смерть друга), — это так называемое спонтанное, самовозникающее внушение. Опыт Дурова (с собакой Марсом) — уже нечто другое: передача действия.

Называют и третий тип «мысленной радиосвязи» — передачу образа, изображения. Такой случай приводит известный американский писатель Эптон Синклер в книге «Умственное радио». Он изложил опыты по передаче мыслей на расстоянии между ним и его женой Мери Синклер и между ней и Робертом Ирвином (мужем сестры Мери). Передавалась не мысль. Передавалось изображение: какой-либо незамысловатый рисунок. Мери должна была повторять рисунок. Подчас такая передача была успешной. Особенно удачен бывал прием, когда женщина, по ее собственным словам, находилась на грани сна.

Аналогичные случаи есть в книге профессора Л. Л. Васильева «Таинственные явления человеческой психики».

Книга ученого, когда я стал пристрастно с ней знакомиться, показала мне, что не все так просто и гладко с «биологической радиосвязью», как трактовал ее Кажинский.

Попробуем принять на время за аксиому существование телепатической связи. Тогда немедленно возникает

вопрос: что же является носителем информации при телепатической связи?

Профессор Васильев пишет: «...по вопросу о том, какой вид электромагнитной энергии продуцируется работающим мозгом, выходит в окружающую среду и, проникнув в другой мозг, вызывает в нем определенные нервно-психические процессы, было высказано два взгляда: по Лазареву (академик, автор «Физико-химических основ высшей нервной деятельности». — В. П.) — это низкочастотные электромагнитные волны очень большой длины; по Кацамалли (итальянский профессор-невролог. — В. П.) — сверхвысокочастотные волны очень малой длины».

Увы, только взгляды, да и то совершенно противоположные. Более того, электромагнитная теория, оказывается, ничего не объясняет. Даже если испытуемый и экспериментатор разделены металлическим экраном, не пропускающим радиоволны, связь между этим телепатическим дуэтом будто бы не ослабевает. Поэтому, говорит профессор Васильев, ставится под сомнение гипотеза об электромагнитной природе явлений внушения на расстоянии. Но это не исключает того, что работающий мозг человека создает какое-то материальное поле или продуцирует какую-то энергию, благодаря которым и осуществляется внушение на расстоянии.

Какое-то поле, какая-то энергия...

Эпизод третий

Встреча с учеными по поводу разговора о телепатии в Центральном Доме журналистов. Зал полон и разделен на две антагонистические группировки: энтузиастов и скептиков. Здесь мне трудно оставаться в роли объективного наблюдателя. Идет сеанс телепатии. Напряженные лица, досадливые кивки, взмахи рук, презрительные ухмылки — только не равнодушие.

Здесь блистают свои звезды, бурлят страсти болельщиков.

Здесь я услышал из уст физика, что любой ученый первой руки может предложить десяток правдоподобных гипотез, объясняющих механизм мысленной передачи информации от одного человека к другому. Однако на сегодняшний день цена каждого из подобных объяснений равна нулю. Чтобы иметь какую-то ясную точку зрения о телепатии, необходим научно установленный факт мыслепередачи.

Неужели недостаточно фактов? Ведь по вопросу передачи мысли на расстоянии существует внушительное собрание печатных работ. Один только указатель литературы по этому деликатному вопросу, составленный Г. Зорабом и вышедший в Нью-Йорке в 1957 году, насчитывает около тысячи названий. И в каждом, конечно, содержится не по одному примеру, их более чем достаточно.

Но, оказывается, все это противники телепатии не считают научно установленными фактами, лишенными субъективного толкования.

Для точной регистрации совпадений и несовпадений предлагается опыты чередовать контрольными записями по таблицам случайных чисел, где заведомо нет сходства, соотношения между принятой и переданной информацией. Обработку данных лучше всего проводить на электронных вычислительных машинах.

Некоторые кибернетики думают, что передачу сообщений по предполагаемой телепатической связи следует рассматривать как «канал связи с шумами», когда вероятность ошибочной передачи велика. А испытаний надо проводить больше и грамотно применять при их оценке существующие статистические критерии.

Электрофизиолог Грей Уолтер, автор известных кибернетических работ, в докладе на конгрессе парапсихологов в 1965 году в США продемонстрировал возможности использования в телепатических исследованиях точных нейрофизиологических методов. Ученый показал, как отражается на электроэнцефалограмме гипнотическое влияние. Он полагает, что ту же методику можно применять и при мысленном внушении.

Но... снова пока это только предположения...

**Эпизод четвертый** О вечере, посвященном телепатии, я как-то рассказал старейшему нашему мастеру научно-художественной литературы Льву Ивановичу Гумилевскому. Я знал, что его интересуют таинственные явления психики и что в книге о Бутлере у него есть целый раздел об увлечениях великого химика медиумизмом. Гумилевский — человек осторожный. Уж если он за что возьмется, то докопается до самой сути и обязательно — непременно — выдвинет свое объяснение.

— Пришлю я вам кое-что, почитайте,— сказал Лев Иванович.

Через некоторое время я получил большой пакет. В нем была глава из неопубликованной книги воспоминаний «Судьба и жизнь» (архив Л. И. Гумилевского в ЦГАЛИ, фонд 2221).

Лев Иванович рассказывает о нескольких случаях телепатической связи, которым он был свидетель или которые были с ним. Эти случаи привели его к эмпирическому выводу, что передача биологической информации может происходить при двух неперенных условиях: передающий информацию находится в состоянии повышенной нервной и умственной деятельности; принимающий информацию находится в противоположном состоянии — полнейшей мозговой и нервной пассивности.

Несоблюдение этих условий, по его мнению, подтверждает и объясняет неудачу многих попыток доказать экспериментально существование телепатической связи.

Экспериментирование, говорит Гумилевский, обычно происходит в освещенном зале, в присутствии многих зрителей и судей. И судьи, и принимающие мысленный приказ, и передающие его, находятся на эстраде, на виду у зрителей. Принимающий приказ находится не в состоянии полной пассивности, как следовало бы, а наоборот, ведет себя очень беспокойно. В то же время передающему информацию судьи и зрители шепчут: «Не мешайте испытуемому, не подсказывайте», и он старается быть как можно более спокойным, вместо активного возбуждения.

Есть еще одно условие, которое, по мнению Гумилевского, необходимо, чтобы эксперимент принес удачу: и передающий информацию и принимающий ее не должны быть чужими друг другу людьми, первый раз встретившимися во время эксперимента.

Правда, Гумилевский, как и все сторонники телепатии, «оставляет за собой право» объяснить возможные неудачи и тогда, когда будут соблюдены все необходимые условия.

Даже и при соблюдении как будто бы всех условий, говорил мне Гумилевский, надо помнить невеселое признание физиолога И. П. Павлова, сделанное в предпоследней его лекции «О работе больших полушарий головного мозга»:

«Почти ни при одном явлении нельзя быть уверенным в овладении всеми условиями его существования. Малейшее колебание внешней среды или внутреннего мира, часто едва уловимое или совершенно неподозреваемое, резко меняет ход явлений...»

#### Эпизод пятый

1967 году в Москву приезжала делегация крупнейших английских научных журналистов. Все области науки были в сфере разговоров с ними, и телепатия тоже. Поэтому естественно, что когда я получил из Лондона от главного редактора «Сайенс джорнел» Робина Кларка письмо и августовский номер его издания, то сразу же обратил внимание на интересную информацию. В ней сообщалось об очень широком телепатическом сеансе, в котором приняло участие одновременно 160 человек.

Такую телепатическую программу под названием «Проблема малого мира» проводили сотрудники Гарвардского университета под руководством Стенли Милгрема. Шла она между Небраской и Бостоном.

Перцепиентом, приемником информации, был некий житель Бостона, а индукторами, людьми, передающими сообщение, — 160 человек, выбранных наугад в Небраске. Причем никто из них не знал бостонца, знал только имя и краткие сведения о нем.

В Небраске информация передавалась между знакомыми и двигалась строго по очереди: каждый мог передавать ее только одному партнеру. А бостонец, должен был «перехватить» телепатический диалог. И это ему удавалось сделать, иногда через два сеанса, иногда требовалось десять передач. Отсюда вывели и среднее число: из пяти телепатических сообщений принималось одно.

К сожалению, никаким объяснением информация об этом телепатическом эксперименте не сопровождалась. Приходится верить на слово. А поэтому, как здесь не сказать снова: но...

#### Эпизод шестой

Летом 1960 года в Большом зале Политехнического музея в Москве Винер читал лекцию «Волны головного мозга и самоорганизующиеся системы». Он говорил, в частности, что среди всего многообразия электрических колебаний, рождающихся в человеческом мозге, наибольшей энергией обладают колебания с частотой около десяти герц, они

имеют резкий пик и следующий за ним провал. Частота, соответствующая пику, была названа альфа-ритмом.

Винеру задали вопрос: сопровождается ли процесс мышления электромагнитным излучением и можно ли обнаружить это излучение? Ученый ответил, что антенна размером с человеческое тело может излучать электромагнитные волны частотой порядка миллиона герц. Но это уже будут другие сигналы, с другой частотой, ибо для излучения или приема сигналов на частоте альфа-ритма понадобилась бы антенна размером с Советский Союз.

Слушая эти ответы, мне захотелось спросить Винера о телепатии. Я и задал такой вопрос в числе других, когда после лекции разговаривал с ученым. Ответив на все мои вопросы, о телепатии Винер, однако, промолчал.

Но ответ я все же получил... через четыре года. Он был дан в одной из последних работ Винера «Динамические системы в физике и биологии».

«Со все возрастающим пониманием памяти и ее механизмов психология, которая была в основном феноменологической наукой, становится все более связанной с нейрофизиологией. Многие другие проблемы, до сей поры базировавшиеся на несколько скандальных предпосылках, такие, как излучение прямой связи на расстоянии между нервными системами, начинают быть предметом реальной области научного исследования, которая не будет испорчена ненаучными допущениями того, что мы встречаемся здесь с явлениями, не имеющими физических коррелятов. С некоторой уверенностью я ожидаю увидеть, что эти физические корреляты будут открыты (если они действительно существуют, а это я считаю вполне возможным) или же их придется окончательно исключить из рассмотрения».

Эпизод седьмой      Уже после того как я закончил работу над этим очерком и даже опубликовал его в журнале «Смена», в «Литературной газете» была напечатана статья, снабженная категорическим подзаголовком: «Эффект телепатии не обнаружен. Контрольный опыт Москва — Керчь».

Даже один перечень строго научных подзаголовков статьи — «Цель эксперимента», «Программа и методика», «Ход опыта», «Результаты» — показывает, с какой серьезностью и предельной научной корректностью был проведен эксперимент.



Не буду пересказывать пространной статьи, сообщу главное. Специальная комиссия авторитетно установила: «В данном эксперименте телепатическая связь отсутствовала».

Редакция «Литературной газеты» ознакомила известных ученых со всеми документами эксперимента и попросила их высказать свою точку зрения.

Вот выдержки из их высказываний.

Академик А. Колмогоров:

«Вопрос имеет многовековую давность, и вполне естественно, что в ряде мест производятся попытки нащупать в потоке сомнительных, а часто фантастических сообщений о телепатии хоть что-либо достоверное. Не следует такие попытки запрещать».

Академик Е. Крепс, член-корреспондент АН СССР  
Э. Асратян:

«Следуя мудрому совету Анатоля Франса, мы «готовы допустить сверхъестественное, если оно случится».

Эпизод восьмой

Здесь мне придется вернуться к эпизоду первому — к рукописи Б. Б. Кажинского.

«Ряд весьма тонких измерений и сложных расчетов, проделанных с моим руководителем академиком А. В. Леонтовичем, привел меня к выводу, что живой проводник — нерв отличается от металлического, кроме прочего, еще и тем, что он, очевидно, обладает сверхпроводимостью. Как известно, сверхпроводимость возможна при весьма низкой температуре:  $-268,9^{\circ}\text{C}$ . Человек владеет такой температурой — значит, реальна постройка приборов, позволяющих улавливать, передавать и регистрировать исключительно слабой силы биоэлектромагнитные волны без уменьшения их энергии. Значит, теперь можно приступить к созданию приборов, улавливающих и расшифровывающих электромагнитные сигналы, сопровождающие психическую работу центральной нервной системы человека. Это будут первые приборы, обслуживающие биологическую радиосвязь».

Психическая деятельность человека и сверхнизкие температуры. Это необычное соседство столь далеких понятий не могло не врезаться в память.

И я вспомнил об этом, когда мне на глаза попались 2-й и 4-й номера «Журнала физической химии» за 1966 год, в которых профессор Н. И. Кобозев выступил

с ошеломляющей гипотезой «О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления».

Доктор химических наук Кобозев рассматривает проблему мыслительной деятельности человека с точки зрения термодинамики — наиболее общей науки о молекулярно-кинетических системах.

Если информационная и мыслительная деятельность человека связана с атомно-молекулярными механизмами, то на нее, по мнению Кобозева, должны распространяться все законы термодинамики и, в частности, закон сохранения энергии и закон возрастания энтропии. Для доказательства профессор Кобозев строит термодинамические модели информации и мышления.

Так как атомы и молекулы всегда находятся в движении, они стремятся разлететься по всему пространству. Отсюда возникает и понятие возрастания энтропии. Этого не случится только при одном условии: если прекратится всякое тепловое движение, то есть при температуре абсолютного нуля. Тогда энтропия обратится в нуль, и термодинамическая система будет в устойчивом состоянии.

Теперь вернемся к мышлению. Однозначный вывод, к которому всегда мы приходим, — это не что иное, как устойчивое состояние сознания в термодинамическом смысле.

Умозаключения можно повторять сколько угодно раз с одним и тем же результатом. Например, можно бесконечно повторять доказательство теоремы Пифагора, а вывод будет один и тот же. Значит, вероятность термодинамической системы, которая осуществляет процесс мышления, всегда равна единице, что отвечает единственно возможному состоянию ответственных за мышление микрочастиц, их полной упорядоченности и неподверженности тепловому хаосу.

Следовательно, логические суждения упорядочены и однозначны. А это физически соответствует только одному условию: частицы, из которых построен аппарат мышления, должны находиться при температуре абсолютного нуля!

«Отсюда, — пишет Н. И. Кобозев, — вытекает вывод принципиальной важности: механизм мышления не может находиться на атомно-молекулярном уровне, осуществляемом известными нам частицами». Его надо искать «глубже — на уровне ядерных частиц».

«Механизм мышления» на уровне ядерных частиц?

Предположим, что это подтвердится. Тогда, вероятно, и проблема, вокруг которой поломано столько копий, будет рассматриваться по-иному... Вот нейтрино, частица, обладающая уникальной проникающей способностью. Она была бы идеальным средством связи, поскольку для нее даже наша планета не преграда. Такие авторитеты в физике, как академики В. Гинзбург, М. Марков, Г. Зацепин, прямо говорят о возможности «нейтринного канала связи». Но... (опять это «но») возможен ли нейтринный канал связи между живыми существами?

#### Эпизод девятый

Давно уже не заходит ко мне домой после сеансов телепатии писатель-фантаст Север Гансовский. Да, говорят, что будто бы уже и не существует секции биоинформации в Научно-техническом обществе радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова. Заметно поулеглись страсти вокруг телепатии, притихли и «телепаты». А всемирно известная парапсихологическая лаборатория Д. Б. Райна, организованная в свое время при университете Дьюка (Северная Каролина, США), теперь даже не принадлежит университету. Она существует на частные средства и обитает сейчас в домике, на дверях которого не значится ни слова о телепатии, а написано просто: «Организация для изучения Человека».

Даже такой смелый фантаст, как Станислав Лем, и тот заявил в книге кибернетического толкования прошлого и будущего «Сумма технологий», что вся эта проблематика никаких перспектив на будущее не открывает... Поэтому мы с чистой совестью можем не касаться перспектив развития «телепатической технологии».

Солидное выступление против телепатии сделал профессор Ч. Хензел в объемистой книге «Парапсихология». Он подробно, даже излишне подробно, описал условия экспериментов разных психологов и возможные источники ошибок и способов обмана. Книга производит большое впечатление. Правда, его снижает пространное послесловие А. И. Китайгородского. Бегло пересказав содержание книги, он затем все внимание уделяет утверждению своей позиции не только в телепатии, а вообще в науке, позиции человека, стоящего над всем и единолично, и единогласно, и единолично утверждающего, что может быть в науке, а чего быть не может. Подоб-

ные сверхэмоциональные и архибездоказательные выступления лишь возбуждают, как говорят, нездоровый интерес к проблеме.

Итак, телепатии нанесен основательный удар. Это не наука. Но...

#### **Эпизод последний**

Вот уже какой год я продолжаю получать приглашения: то на «симпозиум по научным проблемам телепатии, посвященный методикам экспериментальных исследований биоинформации», то на беседу с психологом «в помещении Института общей и педагогической психологии при АПН РСФСР», где показывают «электростатическую модель дистантных воздействий», то «на встречу с учеными, работающими в области психоэнергетики и смежных проблем», то «на заседание университета прогресса медицинской науки и практики», на котором выступают с сообщениями об «экспериментах по передаче биологической информации».

Профессор Н. И. Кобозев прислал мне свое большое «Исследование в области термодинамики информации и процессов мышления», изданное Московским университетом в 1971 году. Монография расширяет и углубляет его «поиски механизмов мышления» на уровне ядерных частиц, о которых я рассказывал ранее. Судя по книге, ученый внимательно следил за публикациями о мозге, о мышлении, о передаче информации, о биологической связи. Он даже заметил и сослался в своей книге на мои публикации на эту тему.

В феврале 1971 года американский астронавт Эдгар Митчелл, один из членов экипажа «Аполлон-14», провел первые телепатические сеансы из космоса. Он сделал попытку вести связь с Землей, передавая информацию лишь мысленным напряжением.

Митчелл вышел на «телепатическую связь», когда «Аполлон-14» устремился к Луне. Вернувшись на Землю, космонавт узнал, что из двухсот переданных им изображений из колоды так называемых карт Зенера совпало пятьдесят одно. Вероятность случайного получения такого результата, по одной из американских оценок, равна 0,0003. Это дало, вероятно, основание Митчеллу сказать: «Телепатия существует. Это еще неизведанная область, но ее нужно исследовать с той же целеустремленностью, с которой мы исследуем другие области науки».

Это же утверждает и Нат Таккер в статье «Парапсихология: древний мистицизм и новая наука», опубликованной в журнале «Америка» в марте 1972 года. Таккер уверен, что парапсихологи будут продолжать свои опыты, а мы пересматривать свои концепции, чтобы шаг за шагом согласовывать их с новыми научными открытиями.

**Добавление к эпизоду  
последнему**

В 1973 году, в начале лета, в то время, когда печаталось второе издание этой книги, я получил из Праги от «Секции по исследованию психотроники Комитета прикладной кибернетики Чешского общества по науке и технике» приглашение принять участие в Первой международной конференции по исследованию психотроники. Итогом конференции был выпуск трудов и создание Международной ассоциации по исследованию психотроники.

Вероятно, как отклик на конференцию в сентябрьском номере журнала «Вопросы философии» была напечатана статья «Парапсихология: фикция или реальность?». Ее авторы доктор психологических наук В. П. Зинченко, академики АПН СССР А. Н. Леонтьев и А. Р. Лурия и член-корреспондент АПН СССР Б. Ф. Ломов, возражая против ненужной сенсационности вокруг проблемы, одновременно подчеркивали «необходимость упорядочить научно-исследовательскую работу в области изучения тех реальных явлений, которые описываются в парапсихологии...».

Может быть, эта публикация, а может быть, иные какие причины способствовали тому, что я стал получать по почте от парапсихологических оптимистов большие конверты, а иногда даже увесистые бандероли с материалами по телепатии. Среди них оказалась довольно грамотно и объективно составленная «Краткая справка о состоянии исследований в парапсихологии (психотронике, психоэнергетике) за последние 5 лет — с 1970 по 1975 г.»

«Краткая справка» была на двадцати страницах, да еще с приложением на восьми — библиографией из двухсот названий!

Из справки я узнал, что 30 июня начался, а 4 июля 1975 года закончился в Монте-Карло Второй международный конгресс по исследованию проблем психотроники. И этот конгресс издал свои труды — объемистый том

в четыреста пятьдесят страниц, вместивших сто двадцать два доклада исследователей из восемнадцати стран, в том числе и семнадцать работ советских ученых.

Надо заметить, что к 1975 году стало все яснее вырисовываться отношение к проблеме «бессознательно-го» — «неосознанного». С определенной долей ясности оно было сформулировано в статье в Большой советской энциклопедии, в 19-м томе на 564-й странице. Правда, кончается статья все-таки предостережением:

«... В том, что объединяется понятием парапсихология, нужно различать, с одной стороны, мнимые, рекламируемые мистиками и шарлатанами «сверхъестественные» феномены, а с другой стороны — явления, реально существующие, но еще не получившие удовлетворительного научного психологического и физического объяснения».

Все это так. Но... (ох, уж это «но»!) к какой «стороне» отнести факты, приведенные известными нашими писателями, факты, которым они сами были свидетелями. Этим писателям не откажешь ни в тонкой наблюдательности, ни в полной объективности, ни в истовой приверженности к науке.

Однажды Александр Грин рассказал про такой случай. Он любил девушку, и она отвечала ему большим чувством. Как-то вечером, когда он был совершенно один, среди полной тишины, она совершенно ясно сказала ему, как бы на ухо, несколько раз одно только слово: «Прощай!»

Грин записал час и минуты. На другой день утром послал телеграмму. Ему ответили, что девушка скончалась накануне вечером во время сердечного приступа (вспомните похожий случай у Кажинского).

«И я замечаю, — говорит Грин, — что мы ежесекундно подвергаемся тайному психическому воздействию миллиардов живых сознаний. Установить такую зависимость, когда изощренность нашего нервного аппарата граничит с чтением мыслей, было бы величайшим научным торжеством».

Я был бы не объективен, если бы не сослался на примечание, сделанное составителем книги воспоминаний о Грине. Автор примечания утверждает, что этот эпизод «несомненно» выдуман Грином. Он якобы хотел на слушателе проверить свой рассказ «Голоса и звуки».

Но вот другой факт. Его я привожу тоже с примечанием, но на этот раз оно сделано тем же, кто и излагает свое наблюдение.

Мариэтта Шагинян поместила в своих воспоминаниях «Человек и время» любопытную заметку о своей сестре Лине.

«У нас в нашем новом мире не в ходу туманное идеалистическое словечко «энтелехия». В толковом словаре Ушакова на букву «э» оно не значится как не вошедшее в русский язык. Но в те далекие времена, да еще у людей, причастных к философии, оно бытовало и под ним подразумевалась некая сила, точнее — синтез сил умственной, душевной, духовной, плюс данная индивидуальность и плюс **еще что-то, что может влиять на расстоянии, импонировать, быть реальностью, с которой надо и можно считаться**» (подчеркнуто мною.— В. П.).

И далее Мариэтта Шагинян делает такое примечание: «Нынешние парапсихологи, все те, кто занят открытием вещей, давным-давно знакомых по опыту огромному большинству простого и честного человечества, заинтересовались бы силой влияния (или воздействия, вызывающего ответственную волну человеческой перестройки) Лининой энтелехии на энтелехию встречного человека».

Не знаю, может быть, тоже в силу какой-то телепатической связи, но для очередного переиздания «Кибернетической смеси» «эпизоды из личного знакомства с телепатией» сами шли мне навстречу.

Однажды, когда мы с профессором Б. В. Бирюковым приехали на дачу к члену-корреспонденту АН СССР А. Г. Спиркину для работы над кибернетическими сборниками, зашел разговор об информационном поле человека. Александр Георгиевич Спиркин рассказал нам, что он, психолог по образованию, заинтересовался парапсихологией и усиленно изучает все «за» и «против». Борис Владимирович Бирюков тут же стал развивать идею о природе сенсаций, сказав, что они бывают антинаучными, научными и преднаучными. Два первых определения пояснений не требуют. А преднаучные сенсации, по мнению Бирюкова, — объективно существующие явления, пока не поддающиеся научному анализу и экспериментальной проверке, предъявляемой подлинной наукой. Отсюда и все трудности.

Я тут же предложил и Спиркину и Бирюкову рассказать об их идеях писателям в Центральном Доме литераторов. Такая встреча «в 1001-й раз о научных сенсациях» состоялась 23 апреля 1978 года.

Признаюсь, мне, председательствовавшему на встрече, нелегко было преодолевать настроение части аудитории, к сожалению, приученной явными, но большей частью скрытыми мистиками и шарлатанами к «сверхъестественным феноменам», а не к научной объективности. А с научных позиций проблема выглядит так:

«В настоящее время можно считать установленным, что в пространстве вокруг живых организмов имеется физическое поле, природа которого еще не изучена наукой. Физическая реальность существования биополя подтверждается рядом косвенных физических экспериментов, а также субъективными ощущениями многочисленных экспериментаторов...»

(Мнение академика Ю. Б. Кобзарева, специалиста в области радиолокации).

«Я считаю, что серьезным ученым стоит обратить внимание на телепатию. Например, Игорь Евгеньевич Тамм тоже придерживался точки зрения, что этим было бы интересно заняться на серьезном уровне. Когда были обнаружены явления, которые находились в противоречии с основными законами классической физики, родилась квантовая механика. Может быть, нечто подобное произойдет и в биологии».

(Мнение академика И. М. Лифшица, специалиста в области физики твердого тела).

«В мировоззренческом плане здесь вырисовывается более богатое представление о материи и формах ее проявления, о составляющих мироздания, о природных компонентах человеческой индивидуальности. В общетеоретическом плане мы здесь сталкиваемся с неким новым связующим звеном между психическими, биологическими и физическими процессами, со своеобразной психобиофизической реальностью».

(Мнение члена-корреспондента АН СССР

А. Г. Спиркина, философа и психолога).

Ну что же. Возможно, все это и так. Но... но, как говорят, поживем — увидим.



Это размышление по поводу книги Норберта Винера «Творец и робот».

Начнем издадала.

«Не пращи бенды кололацы». Автор этого изречения — московский юридивый Корейша. Что оно обозначает, науке неизвестно, вероятно, неизвестно и религии. Но в непонятном наборе слов, скорее звуков, есть какая-то таинственность. И изречение в качестве некоего заклинания было взято на вооружение религией.

Если бы только бессмыслицей вооружалась религия!

Я вспоминаю, как на всемирном форуме молодежи в Москве в Центральный Дом литераторов на встречу с молодежью пришли представители религиозных культов. Некоторые выступления поразили меня. Я слушал и думал, как умело ныне защитники веры согласуют религиозное мировоззрение с наукой.

Церковь, некогда жестоко восставшая с наукой, с естествознанием, теперь стала с ним всячески заигрывать.

Папа Пий XII в энциклике, опубликованной еще в 1950 году, изрек: «Церковь не запрещает, чтобы в соответствии с нынешним состоянием человеческих наук и богословия учение о развитии было предметом исследований и обсуждений специалистами обеих областей». Тсоретики престола господня теперь не говорят, как это делал раньше философ-богослов Аллиотта о «невозможности математического исследования измерения психических процессов». Они пытаются совместить религию и с кибернетикой и, извращая ее положения, утверждают, например, что информация, то есть сигнал, несущий какие-либо сведения, порожден богом, и восприимчиком информации может быть якобы только душа человека.

А посмотрите, как трансформировалось понятие христианской Троицы: бога-отца, бога-сына, бога—духа святого, каким современно «интеллектуальным» оно стало! Бог теперь — это некий всеобщий, всемогущий, всевластный, всепроникающий «интеллект», управляющий всем, что творится везде, включая и наш подлунный мир.

Опираясь на учение об управлении и связи, создатель кибернетики Норберт Винер, исходя из того, что под религией сами теологи подразумевают связь верую-

щих с богом и божественное управление верующими, считал, что три кита религии: знание, власть, культ — достаточно просто рассмотреть и с кибернетических позиций. Ибо «знание тесно переплетается со связью, власть — с управлением, а оценка человеческих дел — с этикой и со всей нормативной стороной религии». Это блестяще раскрыто Винером в парадоксальной по мысли книге «Творец и робот», в книге, очень личной и общечеловеческой. Она увидела свет в 1964 году, уже после смерти автора, и в оригинале на английском языке называется еще более определенно — «Бог и робот».

Винер начинает с того, что осуждает любую попытку ставить на одну доску в своих рассуждениях бога и человека или живые существа и машины, так как, придерживаясь этого предрассудка, мы, «увы, очень мало сделаем для дальнейшего прогресса знаний».

Вот краткий конспект винеровских мыслей.

...Понятия всемогущества и всеведения в действительности являются не превосходными степенями, а лишь неопределенными формами выражения очень большой власти и очень больших знаний.

...В кибернетике существуют по крайней мере три узловые проблемы, которые относятся также к предметам религиозных споров. Первая — это обучающиеся машины, вторая — машины, способные к самовоспроизведению, третья — координация машины и человека.

...Бог, учит религия, создал человека по своему образу и подобию, и точно так же размножение человеческого рода можно интерпретировать как процесс, который позволяет одному живому существу воспроизводить другое по своему образу и подобию. Стремление людей возвысить бога над человеком, а человека над материей, естественно, приводит к предположению, что машина не может создавать другие машины по своему образу и подобию.

...Однако так ли это? ...Машины вполне способны создавать другие машины по своему образу и подобию.

...Проблема обучения, в частности ее приложения к машинам, способным обучаться играм, может показаться несколько далекой от религии. Тем не менее существует теологическая проблема, к которой вышеприведенные рассуждения имеют отношение. Это проблема игры между Творцом и его творением. Это тема книги Иова и «Потерянного Рая».

(Дьявол ведет игру с богом. Согласно религиозным воззрениям дьявол — одно из творений бога. Значит, игра идет между богом и одним из его творений. Бог вовлечен в конфликт со своим творением, причем он легко может проиграть. Ведь дьявол — тонкий мастер козней.)

...Может ли бог вести серьезную игру со своим собственным творением? Может ли любой творец, даже ограниченный в своих возможностях, вести серьезную игру со своим собственным творением?

...Изобретатель, конструируя машины, с которыми он может вести игру, присвоил себе в определенных пределах функции творца, какова бы ни была природа создаваемых им игровых устройств. Это в особенности верно в отношении играющих автоматов, которые обучаются на своем опыте. Такие машины существуют.

...Осуждение, которому в прошлые века подвергалось колдовство, теперь в умах многих людей переносится на современную кибернетику. Я вряд ли ошибусь, сказав, что еще лет двести назад ученый, пытавшийся создать машины, способные обучаться играм или «размножаться», был бы облачен в «санбенито» — балахон для жертв инквизиции — и предан огню.

Ход мыслей — неожиданный!

Всем известный трюизм: человек не раб, а творец. Винер раскрыл с помощью кибернетики и ее положений о самовоспроизводящихся машинах, машинах самообучающихся и об отношении человека к машине.

...Здесь я должен сделать отступление. Для меня подход к религии с позиций кибернетики не был полным откровением. Дело в том, что я сам давно интересовался вопросом отношения религии и кибернетики и еще в 1960 году опубликовал в журнале «Наука и религия» статью «Человек, кибернетика и бог», в которой пытался отметить несостоятельность приспособления к религиозным воззрениям кибернетических категорий — информации, обратной связи, моделирования.

Статья была замечена и даже помещена в рекомендательный список литературы на слово «Кибернетика» во втором томе «Философской энциклопедии», который вышел в 1962 году.

Я никак не предполагал, что размышления на тему «Человек, кибернетика и бог» будут у нас так активно продолжены.

Ровно через год, в марте 1963 года, в «Комсомольской правде» я прочитал статью «Высший разум» ныне покойного Льва Павловича Теплова, автора талантливой и очень своеобразной книги «Очерки о кибернетике». Статья, как это видно, была опубликована до выхода в свет книги Винера в США. Если Теплов не познакомился с лекциями Винера, которые послужили основой книги «Творец и робот» (а сделать он это практически не мог), то нужно признать, именно он впервые попытался разработать важную проблему соотношения информации и религии. Мне Теплов говорил, что еще в 1960 году изучал теологическую литературу и еще тогда пытался под кибернетическим углом зрения рассмотреть религиозные догмы.

Рассматривая религию с точки зрения теории информации, он делает вывод, что «бог — это информация, отделенная от сигналов и существующая сама по себе». Но информация по природе своей не может возникнуть из ничего и не может существовать сама по себе. Ее может вызвать сигнал. И никакой информации не будет, если не будет сигнала. Значит, бог — категория невозможная.

Это доказательство очень хорошо дополняет кибернетическое отрицание бога у Винера. К его четкой логической схеме:

знание — связь — самообучающиеся машины;  
• власть — управление — самовоспроизводящие машины,  
культ — оценка — координация человека и машины добавляется:

бог — сигнал — информация.

Вслед за Тепловым еще через год в девяти номерах журнала «Наука и жизнь» за 1964 год Ю. Антомонов и В. Казаковцев опубликовали главы из книги «Кибернетика — антирелигия», которая в том же году вышла отдельным изданием в «Советской России». Авторы, вооружась кибернетической теорией, выступили против религиозных мифов.

В 1968 году кандидат философских наук А. Д. Урсул (ныне доктор философских наук, профессор) выпустил брошюру «Теория информации и религия», где уже подробно разбираются такие вопросы: «Божественная ли информация?», «Религия с точки зрения теории информации».

Почему возникла необходимость обсуждать эти вопросы? Да потому, что как я уже говорил, церковь, взяв на вооружение новейшие достижения науки, в частности кибернетику, стала утверждать, будто бы бог представляет собой не что иное, как управляющую систему — всемогущую, вездесущую, всеведущую. И что кибернетика и теория информации, изучая информационные процессы, обратные связи, управляющие системы, якобы подтверждают то, что веками твердили богословы.

А. Д. Урсул приходит к выводу, что одним из источников веры с точки зрения теории информации является как раз неопределенность, недостаток информации. Церковь и ее служители умело использовали это обстоятельство в своих целях — для утверждения идеи бога и принижения человека. Определенность, знание, информацию теологи приписывают богу, а незнание, неопределенность — человеку.

Но в действительности все обстоит наоборот. Человек убедительно доказал свое могущество, свою способность к познанию и преобразованию мира, к овладению информацией, которая будто бы была ему недоступна. Он сам стал подобен богу, а бог, уступающий человеку хотя бы в чем-нибудь, — это уже не бог! Современные защитники религии это прекрасно понимают и потому стремятся наделять бога научным могуществом человека.

Через два года И. А. Полетаев, автор известной книги о кибернетике «Сигнал», выступая на научной конференции, посвященной применению точных наук в исследовании искусства и культуры, сказал: «Бог как гипотеза оказывается понятием несостоятельным, ибо он стоит вне взаимодействия с человеком, вне эксперимента, вне научной теории. Науке «нечего с ним делать», разве что использовать это слово как термин для обозначения всего непонятного, неизвестного, не ставшего в круг «хорошо поставленных» проблем и, быть может, как вместилище иллюзий, несбыточных чаяний, патологического воображения».

А в 1972 году в журнале «Знание — сила» физик и популяризатор науки Глеб Анфилов опубликовал статью «Игра и магия», в которой попытался рассмотреть проблему происхождения религии с позиций общей «теории игр», в свою очередь, подчиненной еще более общей категории «информации». В комментарии к статье

доктор исторических наук, профессор С. Токарев воскликнул: «Интересно? Да! Бесспорно? Нет!»

И совсем недавно профессор В. В. Налимов, известный многими оригинальными идеями (в частности, доказывающий возможность вероятностного подхода к установлению диалога «человек — машина») и построивший теорию моделирования словообразования у человека, сказал мне в свойственной ему манере: «О боге ничего нельзя сказать — ни о его существовании, ни о его отрицании. Это категория ненаучная».

Действительно, это категория ненаучная. Нигде, никому, никогда, ни в чем и ни при каких обстоятельствах не приходилось еще фиксировать реальное взаимодействие: бог — сигнал — информация!

### ТВОРЧЕСТВО, ДУША, ЭВРИСТИКА

О человеке творческом, о человеке, создающем что-то новое, необычное, — об изобретателе, ученом, писателе, художнике и т. д. — говорят: он творец, у него душа творца, он полон творческого духа, огня.

Исподволь, постепенно люди познавали природу этого сложного процесса — творчества. И теперь для нас, материалистов, в творческом процессе нет ничего сверхъестественного, под «творческим духом» мы подразумеваем проявление присущей людям способности к созиданию, к сознательному удовлетворению многогранных общественных потребностей.

Мы знаем, что в творческом процессе участвуют все духовные силы человека, включая абстрактное мышление, воображение, интуицию, опыт и т. д. Но вот как именно этот процесс протекает? По каким правилам? В чем специфика творческих форм деятельности мозга? Как он выдает решения?

Поэт представляет себе это так.

«...Представьте здание темное, без окон. В этом здании внутри идут коридоры, много коридоров, целый лабиринт. У одних коридоров больше, у других меньше. Коридоры освещаются электрическими лампочками — в одних светлее, в других темнее. И у коридоров стены не сплошные, а через каждый метр, скажем, имеется дверь в комнату, а в комнатах разные вещи навалены — в одних больше, в других меньше.

Так вот, эти вещи в комнатах — это знания человека: у одних их бывает много, у других мало. Сама система коридоров, хорошо ли они между собой сообщаются или тупики образуют, — это сообразительность человека, самый ум. Умный человек быстро из одного коридора в другой вещи перенесет, а глупый пока еще их из тупика выволочет.

И наконец, освещение — это ясность ума, это логика. Если коридор хорошо освещен, все вещи, которые мысль перетаскивает, хорошо видны, видно, что к чему, а если коридор темный, то происходит путаница, одно принимают за другое, делают самые дикие выводы и т. д.».

А что говорит о творческом процессе наука? Наука в отличие от поэтов осторожна. Она еще не нашла однозначного и предельно точного ответа на вопрос. Ищут ответ с разных сторон и участвуют в поиске ученые разных специальностей — биофизики, биохимики, нейрофизиологи, физиологи, психологи и даже математики... И, конечно, кибернетики.

Изучение творчества как процесса получило новый толчок в связи с появлением электронных вычислительных машин. Они дают возможность представлять сложные задачи в виде программ для вычислительных машин и моделировать творческий процесс.

Это, конечно, не означает, что между моделью творчества и самим творчеством можно поставить знак равенства. Нет, речь идет о другом.

Кибернетики решили подойти к проблеме, опираясь на общий принцип расчленения сложных процессов на самые элементарные операции. Действительно, известно, что любой сложный вопрос разлагается на несколько составных, частных вопросов, которые решаются более легко. Значит, в принципе возможно разложение всех сложных форм творческой деятельности мозга на «элементарные информационные процессы».

Специальная теория, теория алгоритмов, давала руководство к действию — свод правил для решения задач данного типа. Были найдены алгоритмы, общие методы решения многих типов математических задач.

Но теория алгоритмов не стала, да и не могла стать ключом, отпирающим все замки секретов решения всех задач. Есть много проблем в математике, для которых до сих пор не удалось построить алгоритм, а есть и такие, для которых алгоритма вообще не существует.

И составление алгоритмов решения конкретных задач по-прежнему остается чистым искусством.

Процесс человеческого мышления чрезвычайно сложен. Воистину, нет ничего более сложного. Как мы сопоставляем, отбираем, находим из неисчислимого множества решений единственно правильное, точное, однозначное?

Именно к этим вопросам пыталась подбирать ключи новая наука — эвристика. Свое название она получила от знаменитого восклицания Архимеда: «Эврика!» — «Нашел!»

Известный американский математик Д. Пойя писал в книге «Как решить задачу», что эвристика «стремится постичь процесс решения проблем, особенно тех мыслительных операций, которые чаще всего оказываются полезными в этом процессе. Свои данные она заимствует из разных источников, ни одним из которых не следует пренебрегать». И далее: «Цель эвристики — исследовать методы и правила, как делать открытия и изобретения».

Итак, что же такое эвристика?

Если математик скажет начинающему велосипедисту: «Следите за тем, чтобы кривизна пути велосипеда была пропорциональна отношению нарушения равновесия к квадратному корню скорости, и все будет в порядке», начинающий велосипедист не способен будет ни понять (если он не математик), ни тем более воспроизвести все это.

Обучаемся езде на велосипеде мы гораздо проще. Садимся, держимся за руль, вращаем педали, а кто-то нас сзади поддерживает за седло до тех пор, пока мы не поймем, как нужно действовать.

Кибернетик сказал бы: езда на велосипеде — реализация программы, состоящей из сложной системы примитивных «информационных процессов» и позволяющей быстро находить решение сложной динамической задачи.

С точки зрения психолога, при езде на велосипеде осуществляется «психический процесс, который приводит к решению проблемных ситуаций и к формированию новых форм поведения»

Наиболее сложным поведение является тогда, когда оно связано с открытием нового. Его изучает эвристика. Эвристика — это наука, изучающая закономерности творческого мышления. Но ее цель не только исследова-



ние законов творческого мышления, но и разработка методов управления творческим процессом.

И коль природа, как известно, «говорит» языком математики, то естественно, что кибернетика занялась созданием так называемых эвристических программ.

Что это такое?

Для начала вспомним веселую историю, случившуюся в книге Джерома Джерома «Трое в одной лодке» с его героем Гаррисом, попавшим в Хемптонокортский лабиринт.

— Мы только зайдем сюда, чтобы ты мог сказать, что побывал в лабиринте, но это совсем несложно. Мы походим здесь минут десять, а потом отправимся завтракать,— уговаривал Гаррис своего родственника.

Но, увы! Он не только заблудился сам, но и запутал людей, которых вызвался избавить от мучительного блуждания по лабиринту. Следуя своей тактике, Гаррис все время поворачивал направо. Время шло, а компания из двадцати с лишним человек безуспешно искала выхода из лабиринта все утро. Даже при изменении тактики — они уже поворачивали в любую сторону — все пути приводили в центр. Это стало повторяться с такой правильностью, что некоторые просто оставались на месте и ждали, пока остальные прогуляются и вернуться к ним.

Бедняга Гаррис не знал, пытаясь выбраться из лабиринта, что его блуждания есть проявление определенного метода — проб и ошибок. По этому методу перебор всех возможных вариантов приводит в таких ситуациях в конце концов к правильному решению. Но для этого нужно время. И уж, конечно, не десять минут, как полагал Гаррис.

Лабиринтные задачи в какой-то мере хлеб эвристики. Эвристические программы, благодаря которым моделируется поведение в лабиринтных ситуациях, позволяют установить некую совокупность логических принципов.

Вот одна из эвристических программ, названная авторами «Общий решатель проблем». Она предназначена для решения лабиринтной задачи. Обычная — не эвристическая — программа ищет выход из лабиринта, перебирая все возможные варианты «хождения по площадкам», по очереди отбрасывая непригодные. Это так называемый простой перебор. Эвристическая же программа обычно включает и элемент случайности, случайного попадания на выгодную площадку. В «Общий реша-

тель проблем» введены так называемые локальные критерии успеха на основе оценок по соседним площадкам или в малой окрестности данной площадки. Перебор вариантов идет не постепенным приближением, а скачками, пока программа не попадает на площадку, которая ближе всего к успеху. Затем снова перебор, и снова скачок на площадку, и снова ближе к успеху. И так до тех пор, пока при очередной пробе программа не приведет к требуемому результату. Такое «поведение» программы — это эвристические тактики. Они оказываются более эффективными, чем простой перебор. Они, возможно, характерны для работы мозга и лежат в основе творческих способностей человека, утверждают авторы «Общего решателя проблем».

Но некоторые ученые, также занимающиеся изучением творческой деятельности, считают «Общий решатель проблем» только приближением к реальному методу решения задач человеком, считают, что человек вырабатывает стратегию на основе иного процесса. В качестве примера они приводят шахматы.

В шахматах развитая позиция — это начальная площадка шахматного лабиринта, а мат — площадка успеха. Тогда оказывается, что и начальных площадок и площадок успеха в шахматных партиях множество. А от каждой начальной площадки к каждой площадке успеха так много путей, что приходится сталкиваться опять-таки с гигантскими числами при переборе вариантов.

Интересные эксперименты, в частности с теми же шахматами, были поставлены в Институте психологии Академии педагогических наук СССР. Они дают возможность предположить, что в основе эвристической деятельности человека лежит построение модели ситуации. Глядя, например, на сложную шахматную позицию, человек отбирает из всех фигур только те, между которыми надо устанавливать связь. Этим он сразу намного сокращает количество лабиринтных ходов, отбрасывает лишние, не принимает их во внимание. Таким образом, человек формирует стратегию поведения через моделирование отдельных элементов задачи, приходя к образу проблемной ситуации как единому целому. Иными словами, дело все в том, что человек видит всю проблему и отдельные ее элементы.

Для того чтобы машина могла поступать хотя бы приближенно подобным образом, ей нужно сообщать

такие правила, которые людям никогда не сообщаются. Людьями они, эти правила, сами собой подразумеваются, они просто — здравый смысл.

И в эвристике выдвинули гипотезу здравого смысла. Правила как бы разделили на две части: видимую и невидимую. Видимая — это все правила в их обычном понимании, те правила, которыми мы пользуемся, которые имеют исключения. Невидимая часть правил — правила без исключений. Их называли би-правилами. Это своеобразный механизм здравого смысла машины.

Как объясняет автор одного из би-правил, введение их в программу как бы прибавляет к поведению машины то или иное простейшее человеческое качество, что-то вроде определенной черты характера. Например, целеустремленность (следовать к цели кратчайшим путем) или бережливость (чем меньше войска, тем дороже солдат).

Би-правила — своего рода уголовный кодекс ЭВМ: они говорят машине, что не нужно делать. Другими словами, приостанавливают действия бесполезные, вредные.

К сожалению, в эвристике нет единой точки зрения на основные ее направления. Не существует пока и единой эвристической теории. Естественны и жаркие споры вокруг проблем, и различные взгляды на саму науку.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Как только не называли электронные цифровые вычислительные машины и различные кибернетические устройства, когда они появились: «умные машины», «электрический мозг», «думающие машины», «электронный мозг», «человекоподобные машины»...

Шли годы. Все точнее и точнее очерчивались границы возможностей машин, яснее проявлялись трудности в кибернетике.

Буквально несколько лет назад начало распространяться новое понятие, обрел жизнь новый термин — «искусственный разум», или, как теперь принято его именовать, «искусственный интеллект».

Это не локальная научная тема, не ограниченное понятие, а большая, широкого охвата проблема — теперь одна из центральных в кибернетике.

Проблема искусственного интеллекта получила очень широкое распространение, причем в самых различных

областях науки и техники. Она обращает на себя внимание не только кибернетиков.

Почему? Да потому, что идеи, выдвигаемые проблемой искусственного интеллекта, дали целый ряд прикладных результатов. Их применяют не только кибернетики, не только в научной деятельности, но и в инженерной практике, и в космических исследованиях, и в экономике, и в медицине, и в промышленности.

Исследование проблем искусственного интеллекта помогает автоматизации процессов принятия решений, разработке диалоговых систем для общения человека с ЭВМ (и, что особенно важно, на естественном языке, а не на искусственном, машинном), машинному переводу, автоматизации математических доказательств, автоматизации проектирования, моделированию, автоматизации программирования, созданию систем управления сложными объектами, разработке «интеллектуальных банков» данных, разработке самообучающихся и информационно-советующих систем, а также распознаванию образов и созданию интегральных роботов.

Такой охват проблем новым направлением сам говорит за себя.

Надо прямо сказать, что к проблеме, помимо всего прочего, привлекает некая таинственная сила, заложенная в необычном сочетании слов: искусственный интеллект.

Не трудно понять, что не все, а только специалисты доподлинно знают о содержании нового термина. Не все в должной мере понимают, что название это во многом носит условный, терминологический характер.

Когда говорят об искусственном интеллекте, то не имеют в виду замену человека машиной. Скорее всего можно говорить лишь об имитации мыслительной деятельности человека с помощью электронных вычислительных машин.

Но почему же тогда столь высоким словом, как «интеллектуальная», определяется эта деятельность машин? Да потому, что это новый стиль использования ЭВМ.

В начале своего появления электронные вычислительные машины обрабатывали числовые данные. Машинны представляли собой быстродействующие мощные, высокопроизводительные автоматические арифмометры.

С течением времени на машинах стали обрабатывать

не только числовые данные, но и различные символы — символьные данные. А символы, знаки, подчиненные синтаксическим правилам, отображают уже смысл. Они образуют язык и многочисленные языки точных наук. Машины постепенно приобрели способность анализировать и синтезировать тексты и даже отчасти речь. Это дало возможность во многих случаях использовать ЭВМ и без посредников — программистов.

Когда электронные вычислительные машины на основе специальных программ начали обрабатывать данные, облеченные в форму символов, тогда и заговорили об искусственном интеллекте.

Надо сказать, что ныне понятия машинных языков как языков для записи процедур (типа АЛГОЛа) существенно меняются, так как появились специальные языки для представления знаний в ЭВМ, принципиально отличные от процедурных языков. Успешная работа в этом направлении много обещает для искусственного интеллекта.

Создаются специальные «интеллектуальные банки» для работы со знаниями фактографического характера. От традиционных информационных систем они отличаются тем, что в них информативные единицы связаны между собой системой смысловых отношений. «Интеллектуальные банки» дают возможность хранить в них так называемую модель внешнего машинного мира, а значит, подойти к «пониманию» текста ЭВМ, то есть сопоставление этого текста с моделью того мира, который хранится в «интеллектуальном банке».

Машины уже обучены решать задачи по их формулировке и исходным данным без составления предварительного плана решения. План и программа в этом случае составляются автоматически специальной программой — планировщиком — на основе набора определенных образом расположенных в машине универсальных математических моделей — модулей.

И все же такие машины при всей своей универсальности не совсем-то универсальны. Пока еще, к сожалению, нельзя заставить машину по одной какой-либо даже самой универсальной из всех универсальных программ и сочинять музыку, и играть в шахматы, и рассуждать о погоде, предсказывая ее, и писать стихи и т. д.

Некоторые ученые считают, что задача будет решена постепенно. Создавая все больше и больше «профессионально» ориентированных интеллектуальных систем, мы достигнем, наконец, такого положения, при котором «машинизации» подвергнутся все доступные ей области интеллектуальной деятельности.

Но другие специалисты возражают. Они говорят, что такой путь моделирования (отдельных сторон интеллектуальной деятельности) никогда не завершится — он бесконечен. А кроме того, надо еще искать и путь, и «платформу» объединения всех «умений» машин в одно общее.

Заколдованный круг. Чтобы создать программы для вычислительной машины, позволяющие ей, например, как я уже говорил, мастерски играть в шахматы, переводить с одного языка на другой, разумно управлять механическим роботом, нужно будет вложить в машину, помимо конкретных сведений (о языке, шахматах и т. д.), еще и представления здравого смысла об окружающем мире, какие-то понятия.

Перед кибернетиками стоит сложная задача: объединить разные способности машин в одну — в умение многое делать, как человек или же по-своему, по-машинному, но с тем же результатом, как и у человека.

Ученые эту проблему формулируют следующим образом. Они оценивают интеллект с кибернетической точки зрения, то есть как «способность принимать решение — хорошее решение в сложной ситуации при экономном расходовании ресурсов».

Объем информации, которую необходимо людям перерабатывать, растет катастрофически, задачи все время усложняются. Естественно, возникла необходимость в аппарате, подобном мозгу. Таким аппаратом стали электронные вычислительные машины.

Чем определяются их способности? Упрощенно — быстродействием и памятью. Если подходить с этих позиций, то искусственные устройства по переработке информации уже сейчас превосходят мозг человека. Но, увы, у машин нет пока соответствующего человеческого способностям математического обеспечения — программ, которые позволяли бы им работать так же универсально и гибко, как человеческий мозг.

Напрашивается вывод. Если мы хотим создать искусственный интеллект, который будет достойным помощни-

ком человеку, мы должны снабдить ЭВМ такими же программами, какими обладает человек.

По мнению специалистов, такая работа может идти по двум направлениям.

Первое — искать решение на путях совершенствования ныне существующих электронных машин, то есть развивать их «способности», которые, как мы знаем, отличны от человеческих.

Второе направление — идти по пути создания программ, имеющих ту же основу, что и у человека, то есть моделировать не игру в шахматы, сочинение музыки и т. д., а те процессы, которые протекают в нашем мозгу, когда мы играем в шахматы или сочиняем музыку. Но для этого надо знать эти процессы, а мы их, к сожалению, еще не знаем.

Думают, что если удастся создать искусственные системы, понимающие язык человека, способные вести диалог с человеком, то тогда все, что люди смогут выразить словами, можно будет ввести в искусственную систему. Уже создано большое количество систем общения на обычном, хотя и ограниченном естественном языке. Только в нашей стране их разработано около ста.

Но и на этом пути возникает препятствие. Огромное количество информации перерабатывается человеком на несловесном, или, как говорят, на невербальном уровне. Как их сообщить ЭВМ? То, что невыразимо словами, символами машине не сообщишь.

Значит, чтобы создать искусственный интеллект, надо научить машину не только понимать слова, но и уметь оперировать понятиями и образами, которые доступны только человеку.

Оказывается, два полушария мозга человека, столь одинаковые внешне, функционально — разные. Удалось обнаружить, что левое полушарие «заведует» абстрактно-логическим мышлением, тем, что описывается вербально. Здесь находится «центр», где синтезируется, воспринимается, анализируется самая разнообразная информация, которую можно назвать «жаром холодных чисел». А вот «дар божественных видений» — наше образное мышление — функция правого полушария.

Как научить машину — и можно ли научить вообще! — образному мышлению, пока еще никто не знает.

По-видимому, как предполагают некоторые ученые, для построения искусственного интеллекта будут созда-

ны какие-то гибридные машины наподобие двух полушарий мозга человека, симбиоз ЭВМ с какими-то еще другими устройствами, которые смогут перерабатывать невербальную информацию.

Следует отметить, что в последнее время наметилась тенденция сближения обоих направлений — человеческого и «машинного» — в попытках создать искусственный интеллект. Приближение машинных способов решения задач к человеческим формулируется теперь как стратегическая цель в области искусственного интеллекта.

Проблема, о которой здесь говорится, вызвала и вызывает к себе разное отношение. Сейчас четко определились три подхода в оценке возможностей создания искусственного интеллекта.

«Оптимистический», согласно которому создание систем искусственного разума — цель вполне достижимая в не столь уж отдаленном будущем.

«Пессимистический», отвергающий такую возможность.

«Трезво критический». Согласно ему исследования в области искусственного интеллекта являются одним из перспективных путей изучения мышления, однако нельзя заранее сказать, как далеко здесь можно продвигаться и когда можно получить удовлетворительные результаты.

Теперь остается привести некоторые доводы ученых, иллюстрирующие столь разные мнения.

Одно мнение:

«Создание технических систем, являющихся автономными носителями интеллектуальных функций (т. е. систем искусственного интеллекта в строгом смысле слова), возможно лишь на уровне самоорганизующихся систем. А поскольку до сих пор не созданы искусственные самоорганизующиеся системы, обладающие активностью, эквивалентной активно-потребностному началу живых систем, то современные технические системы не могут обладать интеллектуальными, творческими функциями. В строгом смысле слова термин «искусственный интеллект» применим не к машинным как таковым, а к человеко-машинным системам. Поэтому на современном уровне проектирования кибернетических систем вернее употреблять термин «чело­веко-машинный интеллект». В противном случае неизбежны переоценка современных технических систем и недооценка человеческого фактора,



а это ведет к грубым методологическим и теоретическим ошибкам и к практически бесплодным исканиям».

Другое мнение:

«Результаты исследований по кибернетическому моделированию процессов познания и системам, имитирующим определенные аспекты разумного поведения, обсуждаются на многочисленных научных совещаниях, в том числе международных. Наиболее авторитетные из них — международные объединенные конференции по искусственному интеллекту.

Труды конференций дают четкое представление о круге вопросов, который в настоящее время охватывает понятие «искусственного интеллекта» как исследовательского направления. Он включает следующие темы: математические и теоретические аспекты «искусственного интеллекта»; методы представления задач и знаний в памяти вычислительной системы; методы поиска решений; эвристические методы; обучение машины, отладка программы «искусственного интеллекта»; автоматическое программирование; машинное распознавание речи, общение с ЭВМ на естественном языке; технические средства и математическое обеспечение «искусственного интеллекта»; обработка визуальной информации; алгоритмы управления движением и роботы; психологические аспекты «искусственного интеллекта».

И третье:

«В чем же можно видеть источник прогресса в области создания систем автоматической обработки текстов, автоматического доказательства теорем, машинного решения сложных задач и создания автономно действующих роботов? Видимо, здесь будут вводиться в рассмотрение различные пласты интеллекта. Мы все-таки еще плохо знаем наш разум. В функционировании человеческого мозга существуют различные уровни разумности. Одни из них легко поддаются моделированию с помощью современных средств кибернетики, другие хуже, а третьи, как представляется, вряд ли поддадутся сколько-нибудь полной формализации вообще. Существуют такие сферы человеческого сознания и самопознания, которые в обозримом будущем останутся за пределами кибернетического моделирования и автоматизации интеллектуальных процессов».

## ИТАК, МАШИНЫ ЗА ШАХМАТНОЙ ДОСКОЙ

Весьма необычный характер приобретают в последнее время дискуссии о шахматах. Одни утверждают, что при современном высоком уровне шахматного мастерства, когда не осталось будто бы тайн на шестидесяти четырех клетках, где происходят сражения, игра превратилась в своего рода битву характеров. Другие считают, что математические методы и электронные вычислительные машины формализовали игру настолько, что она превратилась в простой расчет, и выигрывает «живой арифмометр», партнер, умеющий быстро просчитывать все возможные варианты шахматной партии. Это наводит на мысль о возможности в скором времени «кибернетизировать» шахматы. И снова, в который раз, возникает вопрос: что же такое шахматы — спорт, искусство, наука? И снова, в который раз, сталкиваются мнения по поводу машинной игры в шахматы.

Что же об этом говорят? Вот ответы на десять вопросов, поставленных автором.

**Вопрос первый.** Что такое шахматы?

Раньше шахматы были только игрой. Постепенно они завоевали широкую аудиторию. Многочисленные любители научились ценить их красоту, появились большие мастера. Вот тогда шахматы перестали быть только игрой. Когда удается сыграть партию, которая живет год и десятилетия, шахматы становятся искусством.

*Михаил Ботвинник, гроссмейстер.*

Шахматы не стремятся подменить науку, хотя логика шахматной мысли роднит их с наукой. Шахматы — это борьба человеческих характеров.

*Василий Смыслов, гроссмейстер.*

Что такое шахматы — спорт, искусство или наука? Для меня это и то, и другое, и третье. Но сегодня шахматы — это, конечно, в первую очередь спорт.

*Анатолий Карпов, гроссмейстер.*

**Вопрос второй.** Каким должен быть гроссмейстер сегодня?

Без универсальности в современных шахматах невозможно рассчитывать на высшие достижения.

*Андре Лилиенталь, гроссмейстер.*

Сегодня для выдающихся результатов шахматисту еще более необходимы, помимо таланта, характер, спе-

циальная подготовка и выносливая трудоспособная нервная система.

*Михаил Ботвинник*, гроссмейстер

**Вопрос третий.** Что нового в шахматах?

Раньше играли преимущественно против короля. Сейчас идет борьба за очки, основное наступление направлено на ферзя. Трудно в наши дни сыграть оригинальную партию.

*Давид Бронштейн*, гроссмейстер.

Если говорить о сегодняшнем дне шахмат, то усиливается не очень приятная, на мой взгляд, прагматическая тенденция.

*Михаил Таль*, гроссмейстер

В наши дни, когда наука движется вперед семимильными шагами, дыхание научной мысли с большой силой захватило и шахматы.

*Василий Смыслов*, гроссмейстер.

**Вопрос четвертый.** Можно ли автоматизировать шахматную игру?

Математической шахматной теории не существует и не может быть создано.

*Анри Пуанкаре*, математик.

Этой проблемой я немного интересовался, и пока у меня скептическое отношение к возможности создания «электронного» шахматиста, играющего как человек или даже сильнее.

*Тигран Петросян*, гроссмейстер.

Шахматы придуманы человеком от начала и до конца. В них заложен элемент творчества, а творчество всегда индивидуально и не может быть унифицировано. Нельзя соизмерять шахматную игру с шахматной кибернетикой.

*Михаил Таль*, гроссмейстер.

Думаю, что задача станет разрешимой, если мы будем пытаться создать машину «по образу и подобию своему». Надо тот самый метод игры, которым пользуется шахматист высокой квалификации, передать «искусственному шахматисту», машине.

*Михаил Ботвинник*, гроссмейстер.

**Вопрос пятый.** Как машина играет в шахматы?

Вычислительная машина сама по себе лишена каких-либо метрических представлений и поэтому нуждается в детальном описании методики шахматной доски.

*Уильям Р. Эшби*, профессор

Необходимо снабдить машины эвристическими методами, позволяющими выбирать ход из ограниченного числа ходов, заслуживающих внимания, а первоначальную цель нахождения наилучшей позиции заменить некоторой более специальной тактической подцелью. Наиболее перспективными являются шахматные программы, которые просматривают лишь несколько сотен возможных позиций и производят достаточно тщательный анализ избранных ходов.

*Марвин Л. Минский, профессор*

Шахматная программа «Пионер» почти все имеющиеся ресурсы ЭВМ тратит не на перебор заведомо слабых ходов, а на их исключение из анализа. «Пионер» оставляет для перебора только те ходы, которые представляются разумными. У «Пионера» в аналитическом «дереве перебора», как и у шахматного мастера, всего несколько десятков ходов.

*Михаил Ботвинник, гроссмейстер.*

В нашем алгоритме заложена идея постановки «динамического барьера». И движения этого барьера в таком направлении, чтобы максимально ограничить свободу неприятельского короля... Мы использовали такое математическое понятие, как «рельеф шахматной доски», означающее некую меру подвижности неприятельского короля. Центр доски соответствует вершине рельефа, а края — основаниям... С помощью «динамического барьера» мы постепенно понижаем уровень короля, сгоняя его с вершины к основанию.

*Николай Яненко, академик.*

**Вопрос шестой.** Как машина сыграла с человеком?

Анализируя шахматную партию, сыгранную электронной машиной и человеком, признаться, осуждаешь машину за то, что она непрослительно «зевнула» пешку на седьмом ходу и проиграла партию на двадцатом. Но критикуя машину, забываешь о том, что самый факт хотя бы временного сопротивления автомата натиску человеческого интеллекта является потрясающей победой конструкторского ума.

*В Панов, международный мастер по шахматам.*

. Вот партия, сыгранная машиной (белые) и человеком (черные).

1. e4 e5 2. Kc3 Kf6 3. d4 Cb4 4. Kf3 d6 5. Cd2 Kc6  
6. d5Kd4 7. h4Cg4 8. a4K : f3 + 9. g̃fCh5 10. Cb5 + c6  
11. dc0-0 12. cbЛb8 13. Ca6Фа5 14. Фе2Kd7

15. Лg1Кс5 16. Лg5Сg6 17. Сb5К · b7 18. 0—0—0Кс5  
19. Сс6 Лфс8 20. Cd5 С : с3 21. С : с3 Ф : а4 22. Kpd2 Ке6  
23. Лg4 Кd4 24. Фd3 Кb5 25. Сb3 Фа6 26. Сс4 Ch5  
27. Лg3Фа4 28. С : b5Ф : b5 29. Ф : d6Лd8.

*И. Линдер, историк шахмат.*

А это первая в истории шахмат партия между электронной машиной и гроссмейстером.

Гроссмейстер Бронштейн — ЭВМ.

Королевский гамбит

1. e4 e5 2. f4 ef 3. Kf3 Kf6. 4. e5 Kg4 c5 Kg 4. 5. d4 g5  
6. Кс3Ке3 7. Фе2К : f1 8. Ке4Ке3 9. Kf6 + Кре7  
10 Cd2 К : c2 + 11. Kpf2 К : a1 12. Kd5 + Кре6 13. Фс4b5  
14. К : g5 + Ф : g5 15. К : c7 + Кре7 16. Kd5 + Кре6.  
17. К : f4 + Кре7 18. Kd5 + Кре8 19. Ф : c8 + Фd8  
20. Кс7 + Кре 7 21. Cd4 + d6 22. с : d6 + Ф : d6 23. Фе8×

Дебют был разыгран на базе самых последних рекомендаций шахматной теории и молодых программистов. Своей высшей точки борьба достигла в момент хода 13. Фс4b5 Черным очень не понравился ход белого ферзя, и они так долго обдумывали свой ответ, что незаметно очутились в цейтноте. Главный арбитр — он же главный программист — хотел было отложить встречу, но я заявил протест: опасался домашнего анализа.

— Разрешите минутку, одну минуту только. Так, так, понятно. Вам мат в десять ходов! Я играю 14К : g5+

— Не торопитесь, гроссмейстер, запишите ход, спрячьте в конверт. Все должно быть по правилам ФИДЕ,— сказал арбитр.

На следующее утро телефон зазвонил ровно в 7 часов 30 минут.

— Я поздравляю вас с победой,— сказал скрипучий электронный голос. Чуть помедлил и добавил: — А все-таки без ферзя я вас всегда одолею. Можете возвращаться к своим живым шахматам И не забудьте, что счет у нас ничейный — 1 : 1.

*Давид Бронштейн, гроссмейстер*

**Вопрос седьмой.** Что говорят о машинной игре шахматисты?

Будет ли создан «электронный гроссмейстер»? Одни верят в реальность этой затеи, другие нет, а кто-то придерживается умеренных взглядов. «Будет создан,— говорят они,— не гроссмейстер, а электронный перворазрядник». Конечно, это звучит не так эффектно.

*Л. Шамкович, гроссмейстер*

В Западной Европе много занимаются разработкой «электронного гроссмейстера». Я сам участвую в создании электронно-счетных машин, в их практическом применении и научном обосновании. Однако не верю в создание такого «гроссмейстера», в крайнем случае машину можно научить лишь очень посредственно играть в шахматы.

*Макс Эйве, доктор, гроссмейстер.*

Изучая статьи и книги об «электронных шахматах» и их партии, я пришел к мысли, что шахматисты-люди думают за доской несколько иначе, чем это представляют себе ученые, что никто понастоящему не проследил цепь рассуждений хотя бы в поисках одного хода, не то что в процессе всей партии.

*Давид Бронштейн, гроссмейстер.*

**Вопрос восьмой.** А как машина играет с машиной?

Две крупнейшие математические школы, советская и американская, закончили длившийся около года эксперимент — первый в истории международный шахматный матч электронно-вычислительных машин. Советскую программу для машины создали математики Г. Адельсон-Вельский, В. Арлазаров, А. Битман, А. Животовский, А. Усков. Американская программа была создана математиками Стенфордского университета под руководством профессора Дж. Маккарти. Из четырех сыгранных партий в двух выиграла советская программа — в одной на 19-м ходу, в другой — на 41-м. В двух других партиях была зафиксирована ничья. Особо внимательно наблюдал я за третьей партией, где московская программа убедительно переиграла калифорнийскую. Но даже в этом случае о силе победителя следует судить весьма осторожно — американская программа, по-видимому, очень слаба. И я не уверен, что победителю можно присудить хотя бы второй разряд. Можно ли машину научить играть лучше? Безусловно. Я ожидаю, что будет создана программа, которая выиграет у гроссмейстера.

*Михаил Ботвинник, гроссмейстер.*

Американские математики из Стенфорда во всех партиях применяют одну и ту же программу. У нас же первую и вторую партию «ведет» одна программа, а третью и четвертую — другая, по нашему мнению, гораздо более сильная. Уже одно это свидетельствует о том, что речь идет вовсе не о спортивной борьбе, а о сравнении научных идей. Что касается условий игры, то

мы согласились со стенфордскими математиками, что все партии будут доведены не далее чем до сорокового хода. Дело в том, что ни нам, ни американцам не удалось удовлетворительно решить очень трудные и очень важные проблемы программирования шахматного эндшпиля.

*А. И. Алиханов, академик.*

Раз в три года ученые ряда стран, где ведутся работы в области шахматного программирования, проводят чемпионаты мира среди компьютеров... На первом чемпионате мира 1974 года в Стокгольме победила советская программа «Каисса». Второй чемпионат состоялся в августе 1977 года в Торонто (Канада). Победу одержала американская — «Чесс 4,6».

*Михаил Ботвинник, гроссмейстер.*

Должен с прискорбием признать, что компьютеры играют год от года все лучше.

*Макс Эйве, доктор, гроссмейстер.*

**Вопрос девятый.** Не переиграют ли машины все шахматные партии?

Число различных положений, которое могут занять на шахматной доске все тридцать две фигуры, выражается 52-значным числом:  $7\,534\,686\,312\,361\,225\,327 \cdot 10^{33}$ . Оно читается так: 7534 октильона 686 312 септильонов 361 225 сектильонов 327 000 квинтальонов.

*Ричард Шург, математик*

Существует  $1\,695\,188\,229\,100\,544 \cdot 10^{12}$  вариантов только первых десяти ходов в шахматах. Чтобы сделать столько ходов, все человечество должно было бы непрерывно передвигать фигуры в течение 217 миллиардов лет.

*А. Чернота, теоретик шахмат.*

Общее число возможных вариантов шахматных партий равно  $2 \cdot 10^{116}$ . Это неизмеримо больше, чем число электронов во всей Вселенной. Если бы все население земного шара круглые сутки играло в шахматы, делая каждую секунду по одному ходу, то потребовалось бы не меньше  $10^{100}$  веков, чтобы переиграть все варианты шахматных партий.

*М. Крайчик, математик*

Число вариантов при игре в шахматы таково, что ни мозг, ни электронная вычислительная машина не могут и никогда не сумеют перебрать все варианты за промежуток времени, соизмеримый не то что с продолжительностью человеческой жизни, но и со временем существования человечества. А для создания машины, способ-

пой справиться с такой задачей в приемлемый срок, понадобится все вещество многих солнечных систем. Отсюда вывод — шахматная игра неисчерпаема.

*Уильям Р. Эшби, профессор*

**Вопрос десятый.** Какое будущее ожидает шахматы?

Машина должна превзойти гроссмейстера, тогда, очевидно, будут проходить два первенства мира: одно среди гроссмейстеров, другое — среди машин!

*Михаил Ботвинник, гроссмейстер.*

Представьте себе, игрок оценил ситуацию, а перебор перспективных вариантов поручил машине. Против такого шахматного тандема устоит не всякий гроссмейстер.

*В. Глушков, академик*

Нет сомнения, что чемпионы мира по шахматам будут терпеть поражения, сражаясь с вычислительной машиной. Но, как ни странно, эта игра не перестанет существовать ни как развлечение, ни как профессиональное занятие. Состязания между людьми будут довольно редким явлением, однако почти каждый будет знать свой спортивный разряд и будет стремиться улучшить его, играя со своей вычислительной машиной.

*Артур Л. Самюэль, профессор*

По общему мнению моих друзей, довольно опытных шахматистов, дни шахмат как интересной человеческой игры сочтены. Они считают, что за период от десяти до двадцати пяти лет класс игры шахматных автоматов достигнет уровня мастеров, а тогда — если только эффективные, но несколько машиноподобные методы русской школы позволят шахматам просуществовать столь долго — они перестанут вообще интересовать людей как игра.

*Норберт Винер, профессор.*

По-моему, реальной угрозы гибели шахмат как игры не существует. Глубоким заблуждением было бы полагать, что мысль мастера отличается от игры любителя только расчетом. Пытаться на подобной основе строить автомат, умеющий считать на 20—100 ходов вперед, бесполезно.

*Василий Смыслов, гроссмейстер*

Экс-чемпион мира, гроссмейстер Василий Васильевич Смыслов остался верен этой своей убежденности, о чем свидетельствует почтовая открытка, присланная им автору: «Мне особенно понравилось, что в главе «Машина за шахматной доской» Вы оставляете последнее слово за творческим гением человеческого разума».



## ПРОШЛОЕ ПОД СУДОМ МАШИН?

### (ЭВМ и история)

Нужно признать: трудно сегодня удивить проникновением кибернетики в самые неподходящие, казалось бы, для нее области деятельности человека. За время своего существования она все упорнее и упорнее проявляет «всеядность». Теперь она поистине всюду, где мы можем найти главное для кибернетики — управление, передачу и обработку информации.

Кибернетика «пробует на зубок» даже человеческие отношения — и в абстракции, и в самой их сути, между отдельными людьми и между общественными группами. Проблемы морально-этические, нравственные в виде кодовых знаков попали в электронные вычислительные машины. Это уже не первые опыты, но еще и не окончательные результаты. Это именно то, что мы так удобно для себя называем: «нерешенные проблемы»

А надо ли решать такие проблемы с помощью кибернетики? Сами специалисты сетуют: современный уровень точности анализа в общественных науках и связанная с этим возможность предсказывать развитие социальных явлений далеко не удовлетворительны. Они это объясняют не только сложностью жизни, трудностью учета субъективного в общественном и многообразия случайностей, но и недостаточным развитием методов исследования.

На весь мир славятся ювелирные изделия жителей аула Кубачи в Дагестане. Мастерство не раз спасало их от порабощения. Бесценными украшениями, утварью, оружием откупались кубачинцы от завоевателей. Легенда связывает искусство кубачинцев с далекой Францией, переселенцы из которой, по преданию, основали аул. Действительно, некоторые звуки местного языка напоминают французские. Ученые решили проверить достоверность легенды. Разработали специальную математическую модель и с помощью электронной вычислительной машины установили: легенда не права. Математический анализ показал: искусство кубачинцев родилось в горах Дагестана примерно в III веке нашей эры.

Нумизматы составили большие каталоги древних монет, найденных в северном Причерноморье. В них записаны места находок, места чеканки, металл, из которого изготовлены монеты, курс обращения и разные другие

сведения. Человек не в силах правильно систематизировать эти горы материала, чтобы сделать историко-экономические выводы. Обработка его на вычислительных машинах дает возможность построить основанную на «нумизматических» данных историческую теорию о торговых и культурных связях этого района древнего мира, об уровне его хозяйственного развития...

В распоряжении историков сейчас имеется множество сведений о первоначальном заселении Америки. Здесь не только исторические факты, но и материалы, представленные антропологией, палеографией, этнографией, языкознанием и другими науками. Вычислительные машины помогают рассортировать множество сведений, найти и сопоставить детали, чтобы от зыбких гипотез и предположений перейти к обоснованным теориям. Так, благодаря машинам облегчается проблема точной классификации миллионов разрозненных фактов, этого «хлеба» науки.

Можно ли, строго говоря, назвать эти примеры машинным изучением истории? Безусловно нет. Перед нами лишь применение электронных быстродействующих машин для решения каких-либо четко ограниченных, частных задач. Здесь машина использована точно по прямой своей специальности — быстрой, весьма абстрактной манипуляции с большим числом данных, перед которыми человек обычно пасует.

Когда речь заходит «о прошлом под судом машин», имеется в виду несколько иное — сам предмет науки — история, исторический процесс. И это куда более сложная, более трудная проблема.

Что значит: подойти к истории с позиций кибернетики? Дело отнюдь не в том, чтобы формализовать историю, изложить события прошлого в виде формул, удобных для машинных операций. Вопрос тоньше и глубже. Главное — применение различных методов обработки массового материала исторических источников и построение математических моделей отдельных исторических процессов, играющих для историка роль гипотез, которые потом должны быть проверены в ходе содержательного исторического анализа.

Каждый знает, история такая наука, от которой не приходится ждать математической строгости. Мало того, она все время пересматривает свои результаты.

Вы вправе заметить: все науки пересматривают до-

стигнутое. Но история почему-то делает это чаще и как-то уж очень откровенно. Герцен писал, что каждый раз, оглядываясь назад, мы по-новому освещаем пройденный путь, добавляя к уже известному отношению свое новое отношение, продиктованное новыми событиями, то есть фактами новой истории.

История — наука непрерывного процесса. Все, что совершается сегодня,— уже факт истории. Случается, один и тот же факт или событие оцениваются совершенно противоположно в зависимости от социальной принадлежности оценивающих или от их изменившегося взгляда на то или иное событие. Вспомним, как по-разному освещались одни и те же личности, одни и те же события, например, связанные с правлением Ивана Грозного.

Но это еще полбеды. Несмотря на почтенный возраст исторической науки, несмотря на ее гигантский багаж, много еще фактов и событий неизвестно историкам. Если бы история была сплошной цепью событий, в которой на месте каждое звено. К сожалению, цепь разорвана, и во многих местах: сколько еще белых пятен на красочной карте истории! В этом одна из трудностей применения кибернетики в истории.

Есть и другая трудность.

Говорят, историку недоступен эксперимент. Сегодня — да. Хотя историк может, как мы видели, с помощью электронных машин проверить тот или иной исторический факт. Может проверить версию — вероятность события, подаваемого ему историческим описанием, посредником между прошлым и настоящим. Обычная картина для историка — одно событие описывается несколькими источниками и каждым по-своему. А часто они находятся в полном противоречии друг с другом.

В физике, например, мы наблюдаем повторяемость событий, а в истории? Вся история, по сути дела, есть история людей. И как люди могут быть лишь похожими, но не точно повторяемыми, так и в истории события могут быть лишь похожими, но не повторяемыми...

Конечно, возможности кибернетики теперь значительны. Она многое может. Но даже самые «отчаянные кибернетики» не станут отрицать, что историческая действительность и сложнее и многообразнее всех возможностей математической формализации.

Я не случайно подчеркнул, что эксперимент недоступен историку сегодня. Возможно, завтра все изменится. Развитие других наук открывает для истории невиданные перспективы.

Будут разработаны новые принципы подготовки данных и их анализа. По-новому, с помощью информационно-поисковых систем, гигантских банков данных в исторических науках станут вести поиск необходимой информации и ее накопление.

Не нужны будут утомительные поиски документов, «магнитные библиотеки» историков полностью перестроят архивное дело. Историку останутся только сопоставление и анализ исторических факторов. А для этого большую роль сыграют математические модели и так называемые имитационные системы.

Специалисты математического моделирования прямо заявляют, что на повестке дня имитация различных исторических процессов, возможность «увидеть, что уже не зависит от личности, от ее решений, а является объективной неизбежностью». Они обещают осуществить на моделях «анализ разнообразных военных операций и целых войн» и даже создать «военно-экономические модели, имитирующие целые отрезки истории».

Таким образом, кибернетики историкам обещают помочь превратить их науку в экспериментальный полигон «извлечение уроков для настоящего и будущего».

Да, вероятно, многое изменится в исторической науке.

И все же главную трудность применения кибернетики в истории ученые видят в другом: в нравственном содержании науки.

Нравственное содержание науки — что же оно такое? Это, например, не только отношение к тому, что ученый содеял своим умом, своими руками. В исторической науке не только труд ученого оценивается нравственно, нравственной оценки требует и человек — объект исследования, человек — главная действующая сила исторического процесса. Поэтому при оценке опыта прошлого в него всегда вглядываются с позиций нравственной ценности. А понятие нравственности, говорят историки, увы, совсем не кибернетическая категория. Сегодня не умеют выражать классовую сущность истории математическими формулами.

Итак, выводы специалистов недвусмысленны. Вот что они думают по этому вопросу: «Если у нас есть все-таки

надежды на формализацию в будущем связей между историческими фактами, то трудно представить себе, как можно выразить формулами другую — нравственную сторону исторического опыта».

Опасения историков и понятны, и оправданны. И все-таки, трудно представить или вообще невозможно выразить формулами «нравственную сторону исторического опыта».

Мне хотелось бы здесь сослаться на Норберта Винера, который считает, что в своих работах он «достаточно убедительно показал приложимость кибернетического подхода к моральным проблемам личности» и рассмотрел «другую область приложения кибернетических идей, а именно, их приложения к проблемам этического характера. Это кибернетика общества и рода человеческого».

Итак, такой авторитет, как Винер, полагает, что проблема решена. Но почему же тогда — «нерешенная проблема»? Да потому, что в «общественных науках мы имеем дело с короткими статистическими рядами и не можем быть уверены, что значительная часть наблюдаемого нами не создана нами самими... Мы слишком хорошо настроены на объекты нашего исследования, чтобы представлять собой хорошие зонды. Короче говоря, будут ли наши исследования в общественных науках статическими или динамическими — а они должны быть и теми и другими — они могут иметь точность лишь до очень небольшого числа десятичных знаков и в конечном итоге никогда не доставят нам такого количества значащей информации, которое было бы сравнимо с тем, что мы привыкли ожидать в естественных науках. Мы не можем позволить себе пренебрегать социальными науками, но не должны строить преувеличенных надежд на их возможности. Нравится ли это нам или нет, но многое мы должны предоставить «ненаучному», повествовательному методу профессионального историка».

Это тоже слова Винера.

**«РАССУДИ, МАШИНА!»**

**(ЭВМ и право)**

Так озаглавил свою статью член-корреспондент АН СССР, профессор В. Кудрявцев, один из ведущих специалистов по применению кибернетики в

праве. Заголовок не оставляет сомнения в намерениях автора. Действительно, он пишет: «Мы хотим, чтобы справедливость, гуманность, неотвратимость, истина и все прочие юридические категории стали столь же точными, основывались бы на таких же бесспорных данных, как это имеет место в категориях математики, физики, химии...»

Как же так, скажете вы? Только что страницей раньше автор неопределенно высказывался по поводу «истории под судом машин». Он даже поставил в заголовке вопросительный знак, а здесь... Разве «справедливость, гуманность, неотвратимость, истина и все прочие юридические категории» — это не нравственные стороны жизни людей, общества, а значит, и той же истории?

Право не любит вольностей, и проблема, нами затронутая, весьма деликатна, поэтому еще раз сошлюсь на профессора Кудрявцева.

Итак, что же говорит ученый-юрист, неужели он все-таки высказал такое: «Рассуди, машина!»? Посмотрим.

Право — это наука о регулировании поведения людей. Кибернетика, согласно одному из самых распространенных определений, — наука об управлении, о регулировании и саморегулировании сложных динамических систем. Вполне естественно, что юристы стремятся к тому, чтобы максимально повысить эффективность, надежность этого регулирования. В юридической практике больше, пожалуй, чем где-либо, нужны точность, определенность, четкость, научная обоснованность решений, а именно это и обещают им кибернетические методы.

А вот другое мнение — академика А. И. Берга. «Если учесть, что юридические науки изучают поступки и действия, совершенные человеком, общающимся с огромным количеством других людей в самой разнообразной обстановке, что изучаются действия, вызываемые определенными причинами, то следует признать, что имеются все основания применять здесь науку, базирующуюся на изучении массовых, вероятностных явлений и закономерностей».

Правовых норм — законов, постановлений, актов, действующих в данный момент на территории любой страны, — бесчисленное множество. Да, это не оговорка. Ни один юрист не в состоянии назвать их точную цифру. Не случайно юридическую информацию называют самой многочисленной, обескураживающей своим разно-

образом. Например, во Франции до недавнего времени ежегодно регистрировалось около двух миллионов судебных решений, до четырех миллионов юридических актов и свыше семидесяти миллионов новых документов, которые нужны были, чтобы удерживать в порядке и взаимодействии те восемьсот миллионов, которые уже имелись.

Как же упорядочить столь сложное хозяйство? Как обеспечить его непротиворечивость и внутреннюю стройность?

Профессор Кудрявцев отсылает нас к работе группы ленинградских юристов и математиков, возглавляемой профессором Д. Керимовым. Ленинградцы подвергли правовые системы строгому логическому анализу с помощью электронной вычислительной машины.

Ученые сравнили все постановления в нашей стране по одному из правовых вопросов, содержащихся в различных законах, выявили все противоречия, упростили изложение. Стало ясно: словесные юридические описания можно плотно упаковать в экономный, не знающий повторений и двусмысленностей математический код.

В будущем в специализированной кибернетической системе можно накапливать практически неограниченный запас юридической информации. Можно быстро выдавать по любому запросу часть ее. Можно и логически систематизировать по различным признакам: странам, историческим периодам, по отраслям права, по его источникам, по методу правового регулирования. И что особенно важно, эти признаки можно сочетать при систематизации и выбирать уже в виде готовой юридической справки.

Соответствующий правовой информационно-поисковый центр объединит огромный нормативный материал, создав своего рода электронный свод законов, да плюс еще все сведения о судебных разбирательствах, имеющих характер прецедента. Центр поможет проводить время от времени полную инвентаризацию действующих нормативных актов, позволит установить, все ли они «работают» и не противоречат ли некоторые из них позднее изданным.

Центр будет связан со всеми юридическими службами и со всеми судами и сможет представлять в любое время любые данные.

Как нужна такая служба! И не только юристам. Информационный центр сделает законы более доступными для всех граждан. Люди в большинстве своем не очень-то хорошо юридически подготовлены. Они не читают кодексы, как газету, не раскрывают их в свободное время вместо романа или томика стихов. А представьте себе, как было бы хорошо поднять телефонную трубку и через несколько секунд получить юридическую справку: какие есть законы по данному вопросу, что они предписывают, какие есть ограничения, а главное, какие есть дозволения. Ведь незнание законов приводит к мысли о множестве (часто не существующих) ограничений.

Ну хорошо, скажет читатель. Мне это знакомо и порядком приелось: чего бы ни коснулась кибернетика, она, сталкиваясь с трудностями, легко их обходит «с помощью справочно-информационных машин». Но ведь от справочно-информационной машины до «Рассуди, машина!» — расстояние огромное.

А нельзя ли построить такую же машину, какую приказал построить один из персонажей «Звездных дчевников Ийона Тихого» фантаста Станислава Лема? Помните?

«Ты должен построить нам Машину... строго логично мслящую, совершенно объективную, не знающую ни колебаний, ни страхов... пусть эта Машина будет так же беспристрастна, как беспристрастен свет солнца и звезд».

Так же беспристрастна, как беспристрастен свет солнца и звезд... «Да подобная машина — идеальный судья!» — воскликнет каждый. Запрограммировать бы для нее все материалы судебного дела, улики, аргументы защиты и обвинения, показания свидетелей, и она выдаст решение — готовый приговор.

Если бы так... Но, увы, пока машины судят лишь на страницах фантастических произведений. Например, в повести У. Бребнера «Суд машины». Здесь машина вершит суд в целом городе. А в действительности? И будет ли при всей объективности машинный приговор справедливым?

Сами специалисты по применению ЭВМ утверждают, что машина не может определить степень раскаяния, искренность показаний, мельчайшие эмоциональные нюансы, заставляющие суд смягчать или утяжелять наказание.

Что может сделать кибернетика непосредственно в



самой правовой науке, в законодательстве, судопроизводстве?

Вот несколько примеров. Кроме справочно-информационной юридической службы, стало возможным автоматизировать процесс назначения пенсий и решить ряд сложных проблем в пенсионном законодательстве. Применили кибернетику в правотворческой деятельности, в обработке материалов социально-правовой статистики, для изучения судебных ошибок, для научной организации труда в органах суда и прокуратуры.

Предпринимаются даже попытки подойти к созданию теории «судебных процессов», охватывающей на уровне человеческих коллективов взаимодействие в цепи «человек — машина — человек».

Но мы здесь, как и в истории, сталкиваемся с теми же трудностями нравственного порядка. Машина, как уже подчеркивалось, «признает» лишь формальную логику. А юридическая наука не может отвлекаться от реального содержания факта или явления. Поэтому в каждом конкретном случае возникает множество связей и оттенков. И перед их «субъективной бесконечностью» бессильна формальная логика.

Посмотрите, что получается. Можно обозначить символами судебное решение об удовлетворении, допустим, иска о разводе и предусмотренные законом предпосылки для такого решения. Различные комбинации символов будут соответствовать жизненным ситуациям. Тем более что статистика подтверждает определенную повторяемость причин разводов. Например, в Чехословакии в 1960 году из более чем пятнадцати тысяч бракоразводных процессов три четверти (когда виновной стороной были мужья) вызывались пьянством, жестокостью обращения, неверностью или уходом к другой женщине. А при виновности жен главным поводом более чем в половине случаев была одна-единственная причина — неверность.

Однако все в этих сложных жизненных коллизиях основано на абстрактной схожести. А в жизни, например, неверность имеет столько различных нюансов, что иной раз даже неверность нельзя классифицировать неверностью. Конечно, все это пока недоступно машине.

Судопроизводство, как известно, состоит из судебного разбирательства и вынесения решения. Машина, по всей

вероятности, сможет помочь судье привести в систему результаты дознания, сопоставить отдельные показания, логически проанализировать их, выявить возможные противоречия или недостаточность доказательств. Этим она значительно ускорит, уточнит и облегчит судейскую работу.

### **НА СУД ЛЮДСКОЙ (ЭВМ и любовь)**

Не секрет, что во многих странах брачные объявления — дело привычное. Теперь в эту деликатную сферу человеческих отношений включились и ЭВМ, став своего рода «электронными свахами». Желающие вступить в брак заполняют подробную анкету, сообщая ей сведения о себе — возраст, образование, вкусы, привычки, цвет глаз, материальное положение и т. д. — и свои пожелания в отношении будущего супруга.

Перфокарту со всеми сведениями закладывают в электронную машину, которая должна по ним подыскать супруга или супругу. Иногда ей сообщают и такие сведения, которые были предварительно получены в результате специального медицинского обследования.

В среднем перфокарта содержит около восьмидесяти вопросов. Но бывает и больше. Священник Лемуэлл Конвей обратился к фирме «Меритроникс» более чем с семьюстами вопросами, по которым электронная машина должна была подыскать невесту. Машина подобрала ему в жены вдову Глэдис Кувер.

Найти ответы даже на восемьдесят вопросов нелегко. Ведь надо произвести колоссальный перебор, чтобы подыскать оптимальную, наилучшую, рекомендацию. Брачное посредничество для электронной машины — дело хлопотливое и нелегкое. Не этим ли объясняется, что машина ИБМ-1410 в Цюрихе за три года «создала» всего пятьдесят семей? Правда, выдала рекомендации свыше одной тысячи мужчин и полутора тысяч женщин.

Буржуазное общество на все накладывает свой отпечаток. Избыток девушек — повесить для них цену за услуги брачной машины. Есть ребенок — еще прибавить. Мала ростом или объем бедер не подходит под стандарт — тройная плата. Католичкам много хлопот с разводом — можно не стесняться и назначать любую цену. А за особую плату можно отключать в машине устрой-

ства, контролирующие чувства людей, и учитывать только социальные или географические аспекты матримониального дела.

Что и говорить, такое применение электронной машины, такой коммерческий подход к браку, где нет ни взаимности, ни влечения, где даже «отключаются устройства, контролирующие чувства», с нашей точки зрения ничего общего с подлинным браком не имеет. Это простая сделка.

Но существует и другой подход в применении машин. Студенты Гарвардского университета приспособили для знакомств «электронную советчицу». Заметьте: советчицу, а не машинную сваху! За первые девять месяцев работы она получила девяносто тысяч запросов от молодых людей со всей Америки. Сообщив машине данные о себе и описав свои требования, вы через некоторое время получаете пять имен с адресами. Молодые люди знакомятся с девушками, и дальше все идет обычно, как в жизни.

Снова заметьте: обычно... Даже при самом полном совмещении данных молодые люди не всегда вступают в брак. «Мы отнюдь не пытаемся создать какой-то эрзац любви,— говорят те, кто работает с электронной советчицей,— мы просто хотим ее сделать более полноценной. Мы обеспечиваем все, кроме, разумеется любовной искорки».

Здесь уже все обстоит по-другому. Исходя в первую очередь из чувства и учитывая информацию, полученную от машины, человек принимает решение. Машина отнюдь не заставляет жениться; она только помогает знакомству на основе большой информации друг о друге.

Мне особенно хотелось бы подчеркнуть, что машина свои рекомендации выносит на суд людей. Им, людям, а не ей, машине, дано последнее слово. Не кажется ли вам, что здесь у машины очень узкая «специальность», очень определенная задача? Не кажется ли вам, что машина устанавливает только своеобразное заочное узнавание? Я бы сказал даже так: в совете машины, в обращении к ней в ожидании ее совета — во всем этом не таком уж скором процессе есть значительный элемент психологической подготовки к браку.

Не напрашивается ли из всего сказанного вывод: рекомендации электронной машины все-таки облегчают

поиски будущим супругам, указывают верное направление, ликвидируя много преград на пути к знакомству.

Обратимся к некоторым данным по Советскому Союзу. Заставим статистику облегчить для нас подход к обсуждению проблемы, о содержании которой уже давно догадался читатель.

Статистика зарегистрировала несколько десятков миллионов холостых мужчин в возрасте от восемнадцати до шестидесяти лет и еще больше незамужних женщин! Немало, даже очень много. Можно этих людей условно принять за потенциально желающих вступить в брак. Теоретически можно допустить, что каждый закоренелый холостяк, решивший создать наконец семью, должен в поисках «оптимальной» пары перезнакомиться с миллионами незамужних женщин! Труд не из легких. А практически?

Где можно познакомиться? Статистика отвечает: из числа опрошенных 27,2 процента знакомятся в местах проведения досуга, 21 процент — на работе, 9 процентов знакомы с детства, 5,7 процента знакомятся на домашних вечеринках, 5,2 процента — во время летнего отпуска, а дальше идут незначительные проценты знакомства через родственников, в общегитии, в трамвае, на улице, в самых различных местах.

Как видим, для эффективного знакомства выбор не широк. Почти половина знакомств на работе и «в местах проведения досуга». А как быть женщине, которая работает среди женщин, и мужчине, работающему среди мужчин? Таких немало. Как быть тем, у кого и «места проведения досуга» расположены в «женских» (например, текстильных) или «мужских» (например, в Запоярье) городах? Таких ведь тоже немало. А между тем социологи установили: один из наиболее очевидных факторов, влияющих на супружеский выбор, — географический. Вероятность женитьбы девушки из Кишинева и молодого человека из Улан-Удэ не так уж велика. Как правило, большинство браков заключается между людьми, живущими в одном городе, в одном селе или поблизости.

Больше того, социологи утверждают: на брачный выбор нередко влияет принадлежность к одной и той же профессиональной группе. Отмечено большое сходство между профессиями мужа и жены, мужа и его родителей, родителей мужа и жены.

А долго ли знают люди друг друга перед браком? Продолжительность знакомства в несколько дней — только 3 процента; до шести месяцев — свыше 9 процентов; до года — 5,6 процента; до двух лет — 23 процента; до пяти — 14 процентов. Рекорд, 26,6 процента, у тех, кто знаком от двух до трех лет.

Обратите внимание: всего лишь 17,6 процента вступивших в брак знали друг друга до этого счастливого часа менее года. Все остальные не решались связать себя «узами Гименея», не изучив друг друга в течение года и более. Вот тут-то и может вырваться восклицание: чего же бояться электронной советчицы, электронного знакомства! Не заставит же она людей бежать прямо в загс. Вероятно, между знакомством и браком пройдет время, выраженное в близких процентах.

Прошу извинить меня за обилие цифр и статистики, но в данном случае — это лучший способ убедить.

Что говорит статистика о главном условии прочного брака? 76 процентов опрошенных называют любовь или любовь в сочетании с общностью взглядов, доверием, искренностью, 13,2 процента — равноправие, уважение, 4 процента — любовь и жилплощадь, 1,6 процента — любовь и материальное благо, 0,6 процента — наличие детей, 0,2 процента — реальные взгляды на жизнь, 4,2 процента не дали никакого ответа. Но это совсем не значит, что вопрос для них безразличен. Их с одинаковой степенью можно отнести и к «моралистам», и к «материалистам». Анкетирование, проведенное в молодежной среде, показало, что примерно 98,5 процента наших юношей и девушек считают основой семейного счастья любовь или любовь в сочетании с дружбой или уважением.

Итак, подавляющее большинство будущих супругов хотят строить семью на общности взглядов, доверии, искренности и целого ряда других «категорий взаимности». Причем имеется в виду не одно какое-нибудь качество, а сложный их набор. Может быть, поэтому многие люди притираются друг к другу и год, и два, и больше, прежде чем вступить в брак.

Как много заключается у нас браков и какова их крепость? К сожалению, сведения на этот счет очень скупы. Но и они кое о чем могут поведать.

Браков у нас заключается много: ежедневно шесть с половиной тысяч свадеб, ежегодно — около двух с по-

ловиной миллионов! На тысячу человек населения в 1978 году — 10,7 свадьбы. По сравнению с другими странами это выглядит так: ФРГ — 9,4; США — 10,1; Англия — 7,3; Франция — 6,9; Италия — 6,1.

А как обстоят дела с разводами? Настораживает (и на это нельзя не обращать внимания) рост числа разводов, особенно в крупных городах. Так, в 1974 году на каждые сто браков в Горьком тридцать пять разводов, в Минске — тридцать восемь, Куйбышеве — сорок, Ленинграде — сорок четыре, Москве — сорок шесть, Киеве — сорок девять, Одессе — пятьдесят три.

Если же поинтересоваться динамикой этого явления, то перед нами предстанет такая картина. В нашей стране на каждые сто браков в 1965 году было 17,94 развода, в 1974 году — 28,52. Интенсивность распада семей возросла чуть ли не на 60 процентов! За десятилетие (с 1965 по 1974 год) в СССР разошлись двенадцать с половиной миллионов человек, зарегистрировано же 6 271 918 разводов. В день у нас в среднем регистрируется две тысячи разводов.

Печальный итог: в среднем официально расторгается почти каждый третий брак. Это в среднем. Но ведь есть такие города (например, Рига — на сто браков чуть ли не пятьдесят пять разводов) и такие области (например, Магаданская — на сто браков без малого семьдесят три развода), где этот показатель еще выше.

А какова причина расторжения браков? Ответить на вопрос определенно трудно. Например, по материалам Ленинградского городского суда 17 процентов семей распадается из-за неспособности иметь детей и физического неудовлетворения, 28 процентов — из-за нарушения верности, 21 процент — утрата чувств или несоответствие характеров. Около 17 процентов — невозвращение в семью, 3 процента — тюремное заключение одного из супругов. Остальные из-за неумения вести хозяйство, грубости, ссор из-за жилплощади и денег, ссор с родителями.

Выходит, подавляющее большинство неполучившихся браков, прямо скажем, из-за явной несовместимости супругов, из-за того, что они в свое время не изучили друг друга, не определили качества, взаимно удовлетворяющих их.

Правда, известно, что немало браков расторгается и людьми, прожившими в добром согласии пять, десять и

более лет. Но мы говорим о начальных условиях заключения брака с определенной степенью надежности. Здесь трудно приводить другие положения, кроме совместности будущих супругов, чувства уважения друг к другу и, конечно, главное — взаимной любви.

Проблема разводов — проблема чрезвычайно трудная и сложная.

Не слишком ли много этих «маленьких трагедий» — разводов, несущих с собой душевную драму, ущерб обществу, рост социальных недугов?

Конечно, существует немало способов борьбы с разводами, укрепления браков. Но, вероятно, они исчерпываются не только психологическим, моральным и общественным воздействиями?

Возможно, что ЭВМ с ее практически неограниченной памятью поможет вступающим в брак трезво оценить самих себя и ответить на вопрос, смогут ли именно они ужиться вместе и создать настоящую семью.

Значительна еще сила инерции в вопросе, о котором идет речь. Не занимались им всерьез социологи, не делалось глубоких психологических анализов, не проводилось опросов (а стоило бы), новейшие средства и методы науки здесь не применялись.

Правда, в последние годы создаются, и не только на общественных началах, различные научные советы, комиссии, в которых более углубленно, чем раньше, анализируется проблема и ведутся поиски подходов для решения сложного социального и психологического вопроса. В Москве, например, принято постановление «О состоянии и мерах по улучшению демографической обстановки и стимулированию естественного прироста населения...». В нем определена широкая программа помощи семье, семейному воспитанию, предусматривается создание межрайонных и медико-генетических консультаций по вопросам семьи и брака. На них возлагается обязанность консультировать население по медицинским и социально-психологическим вопросам брачно-семейных отношений, в том числе давать вступающим в брак прогнозы по их генетической совместимости. Нечто подобное делают и в других городах.

А может быть, полезным окажется и кибернетический подход — использование ЭВМ не только с информационной целью в службе знакомств, но и для моделирования семейных отношений пары, готовящейся вступить в

брак. Ведь отвечают нам ЭВМ сегодня на вопросы, рухнет или выстоит века еще не воздвигнутая плотина, полетит или развалится в воздухе еще не построенный самолет.

А нельзя ли спросить примерно о том же ЭВМ, когда создается новая семья из конкретной пары «она» и «он»?

Конечно, каждый понимает: одно дело модель плотности с вполне конкретным, ограниченным числом данных, другое — модель семьи с ее практически неограниченным числом параметров, сама социальная суть которых еще не совсем ясна.

Не случайно умудренные опытом люди считают, что в браке все чрезвычайно сложно — и его духовная, и его материальная сторона. Да, это действительно так. В браке проявляются и проходят проверку все ценности человека, отношение величины «я» к величине «мы».

Семья напоминает государство, ведь в семье решаются все те же государственные вопросы, только в миниатюре финансовый, жилищный, внутренних — родственных и внешних — дружественных отношений. А значит, для нормального развития семьи нужна государственная мудрость супругов и, конечно же, в наше время научно обоснованные рекомендации, как этой мудрости достигать, как получить обширные, глубокие познания, совокупность тех истин, которые позволят избежать ошибок.

Говорят, что этого можно достичь лишь природным умом, наблюдением и опытом, приложимыми к жизни, что для науки, для кибернетики, для моделирования эти проблемы не под силу. Но взялась же наука за проблему моделирования интеллекта. Разве это более простая задача?

Как же можно обойтись в наше время без серьезной, глубокой разработки проблемы, когда наукой вскрыты, например, вопросы совместимости личностей.

Никого не шокирует тот факт, что космонавтов, подготавливаемых к групповым полетам, вполне реально и рационально исследуют на психологическую совместимость. Здесь, по мнению психологов, требуется умение каждого члена экипажа координировать свои действия с действиями партнеров, способность подчинять свои желания общим интересам. Экипаж должен быть сформирован так, чтобы члены его во многом дополняли друг друга. К примеру, они могут быть и очень разными: один



общительный, веселый, другой — несколько замкнутый, немногословный. Но их обязательно должно объединять нечто общее — взаимное уважение и доверие, напряженная работа, совместная ответственность.

Последние научные исследования показали: не так-то легко подобрать даже маленький коллектив, обладающий тенденцией к самоукреплению, самоусовершенствованию, развитию и укреплению связей. Зарубежная печать сообщала о случаях распада пар и групп космонавтов, несовместимых с точки зрения темпераментов, этических норм и т. д.

Вспомните, несходство характеров стало нарицательной формулой разводов. Это тривиальное определение вызывает улыбку. А между тем, если прислушаться к науке, несходство характеров — не что иное, как психологическая несовместимость. Иными словами, следует, видимо, относиться к семье, как к некоей паре космонавтов, отправляющихся в сложный, трудный, длительный путь — жизнь. Вам понятно, что между людьми, отправляющимися в многолетний совместный путь, с каждым часом, с каждым днем должно возникать все больше дружеских благожелательных отношений и связей.

И вряд ли нужно спорить. Умудренные опытом люди знают, как важна взаимная притирка — биологическая, психологическая и иная совместимость. Совместимость не вообще, а в браке. К сожалению, этой стороне мало уделяют внимания.

К примеру, до сих пор так и не решен вопрос, казалось бы, очень простой: какие люди лучше уживаются — похожие друг на друга или «крайности сходятся»? А ответ, вероятно, можно было бы получить, применив для исследования так называемые количественные методы. Другими словами, для определения качественных признаков личности надо найти соответствующий способ оценок — перевести обычные словесные психологические характеристики в цифровые.

Может быть, тогда достаточно серьезным был бы вопрос о методике, которая помогла бы получить количественные данные и для объективной самооценки личности, и для оценки «оптимальной брачной пары». Может быть, тогда-то человек и скажет себе. «Я знаю себя» А зная себя, будет более точен в выборе «второй половины».

Небезынтересно: при исследовании личности в коллективе установили значительное различие в оценках мужчин и женщин. «Если мужчины по сравнению с коллективом переоценивают свои интеллектуальные качества и физическую привлекательность, то женщины, наоборот, именно по этим качествам наиболее требовательны к себе». И еще: «Средняя оценка мужчинами женщин выше, чем оценка женщинами мужчин».

Это в коллективе. А в браке?

В браке... пока сведений нет. По крайней мере, я их раздобыть не мог.

Каждому понятно: в столь сложном вопросе нельзя принимать необдуманных решений. Автор, например, не скрывает, что в душе он за применение электронных машин в помощь тем, кто собирается вступить в брак. Но он отдает себе отчет во всей сложности проблемы. Он, конечно, понимает, вряд ли стоит завтра же ставить электронные машины в «Бюро добрых услуг». Но он думает: следовало бы рассмотреть вопрос и теоретически, и практически, конечно, без ахов и охов.

О некоторой пользе мы уже говорили. Может быть, найдутся люди, которые укажут конкретно, без предвзятости вред «электронного советчика»? И если даже некоторый вред будет обнаружен, вероятно, в наших силах сделать, чтобы применение электронных машин не было нарушением моральных и этических норм общества.

Социологи утверждают: такому общественному институту, как брак и семья, в силу объективных социально-исторических условий суждена долгая жизнь. Но в наши дни «идет бурный процесс перестройки семейных отношений, их демократизация и модернизация. Управлять этим процессом можно, избежать его нельзя».

Управлять, но как? Старыми методами — помолвкой, сватовством?.. Вероятно, для нового времени нужны и новые песни, разумеется, и хорошие старые...

У электронной машины есть одно бесценное достоинство: ей можно, не боясь и не стесняясь, доверить все — даже самое интимное. А это очень важно, так как, по мнению профессора П. Б. Посвянского, половина, если не больше, разводов вызывается дисгармонией интимных отношений между супругами.

Конечно, электронный советчик непривычен, пугает, как непривычна и пугает необходимость ложиться на

операционный стол по приказу диагностической машины. Но: «Сегодня мы не кладем на операционный стол ни одного больного с врожденным пороком сердца без предварительного машинного диагноза», — заявляют хирурги.

Разве в данном случае нет морально-этического аспекта? А ведь советы диагностической машины — это, если хотите, почти неумолимость решения, а электронный советчик — всего лишь путь к свободному выбору.

Прежде чем делать вывод, следует взвесить все «за» и «против». К вопросу нужно отнестись без ханжества, без излишнего консерватизма, но и с достаточной обоснованностью.

И главное, не надо подменять любовь советом, подказанным электронной машиной; отдадим и здесь человеку человеческое, а вычислительной машине — машинное.

Эти заметки я в свое время опубликовал в «Литературной газете». Обсуждение проблемы длилось только на ее страницах более полутора лет. Затем дискуссия перекинулась на страницы «Московского комсомольца», «Недели», «Комсомольской правды». Были опубликованы десятки статей. Читатели засыпали редакции потоками писем — самых разнообразных и самых неожиданных. Я это хорошо знаю, потому что мне пришлось делать два больших обзора писем — один был опубликован в «Неделе», другой в «Московском комсомольце». Было высказано много разных мнений — и «за», и «против». Но, к сожалению, многие участники дискуссии не обратили внимания на то, что в своих статьях я все время подчеркивал: никакой советчик не помеха настоящей любви, если она родится. Я здесь специально подчеркиваю эти слова — настоящая любовь. Дело в том, что, как правильно было отмечено в реплике «Правды» на заключительную статью по дискуссии в «Литературной газете», «кому неизвестно, что только глубокое, вдохновляющее и возвышающее чувство взаимной любви, доверия, уважения соединяет и связывает узами брака мужчину и женщину, дает подлинное, ничем незаменяемое счастье в семье».

## МАШИНА ОБУЧАЕТ

Мы уже привыкли к утверждению, что учиться с каждым годом становится все труднее. Это трюизм, с ним никто не спорит. Труднее, потому что с каждым годом учащемуся — и средней и высшей школы — за одно и то же время приходится овладевать все большим количеством знаний. И ни прибавление часов, ни расширение программы не дают кардинального решения проблемы, а только своего рода временные уступки.

Остро стоит вопрос: как повысить — резко повысить — эффективность обучения, как облегчить и ускорить передачу знаний. Как?

Раньше мы не задумывались над проблемой НОТ в школе, не овладевали научно обоснованной методикой обучения с учетом новейших достижений кибернетики, теперь приступили к этому. Приступили к своего рода модернизации учебного процесса, к превращению методики преподавания из прикладного искусства в точную науку.

Что делает учитель на уроке? Рассказывает о предмете и проверяет, как усвоена тема. Для своего рассказа учитель подбирает материал, составляет вопросы. Все эти вопросы поддаются так называемому программированию, когда весь урок или раздел учебника расписывается подробно, с точным указанием порядка и способа подачи материала. Имея такую подробную программу, нетрудно заставить электронные машины последовательно выдавать учащимся необходимый им материал для усвоения какого-либо предмета, задавать вопросы и тут же оценивать знания учеников.

Правда, суть программированного обучения шире: в том, чтобы повысить эффективность обучения, рассматривая при этом управление учебным процессом как кибернетическую систему. Специалистам представляется, что анализ процесса обучения с точки зрения принципов управления и требований, предъявляемых к «хорошей управляющей системе», позволит выявить существенные недостатки в теории и практике и поможет их устранить. Программированное обучение включает программу учебного предмета — чему надо учить; программирование процессов, посредством которых материал усваивается, — что надо формировать у ученика в ходе обучения;

программирование самой обучающей деятельности — как надо формировать.

Стоит ли говорить, что такой серьезный подход к проблеме вызвал массу вопросов, требующих строгих и точных ответов. Как моделировать не внешнюю сторону учебного процесса «ученик — учитель — внешняя среда», а процесс усвоения? Что мы знаем о технологии учебного обучения к «вторжению роботов»? Как повысить производительность педагогического труда в процессе обучения? Как повлияет все это на учащихся? Не случайно в книге отзывов нашего павильона на Всемирной выставке в Брюсселе мальчишки написали: «Постройте, пожалуйста, машину, которая позволила бы нам не учиться».

Не так уж сравнительно давно занимаются у нас программированным обучением. И противоестественно было бы ожидать постановки всех точек над *i*, решения многочисленных вопросов, возникающих при разработке столь сложной проблемы. Поэтому и разговор у нас будет несколько информационный.

Чтобы у читателя не сложилось мнение, будто ведутся только теоретические разговоры, познакомимся с некоторыми техническими средствами для обучения с использованием машин.

Электронный «Репетитор» помогает в обучении иностранному языку. Учащийся нажимает кнопку, и на экране появляется фраза на этом языке с пропущенным словом, которое надо вставить. Если учащийся ошибается, автомат просигналит красной лампочкой. Значит, надо нажать на кнопку, под которой написано: «Подсказка». Но не удивляйтесь: на самом деле это, конечно, не подсказка. Это устройство задает наводящие вопросы и помогает вспомнить пройденное.

Машина, установленная в одном из харьковских институтов, помогает обучать студентов всем математическим операциям, которые производятся на логарифмической линейке.

Машина работает так. Обучающийся получает тему. Она содержит теоретическую часть, решенный пример и задачу. Как только ученик решит задачу, он набирает на пульте номер своей темы и ответ. Нажимает кнопку, и машина мгновенно отвечает «правильно» или «неправильно». При правильном ответе ученик переходит к другой теме. От темы к теме задачи усложняются.

ся. Ни одну из них не усвоишь, не проработав все предыдущие.

Если задача решена неправильно, на пульте загорается табло с номером. Это номер темы, где излагается правило, из-за незнания которого была допущена ошибка. После выдачи нескольких номеров вспомогательных тем неуспевающему ученику машина отключается. Она как бы заявляет, что с таким учеником она работать не может. Этому ученику необходима дополнительная подготовка.

—Сигналы, которыми обмениваются машина и ученик, дублируются на центральный пульт преподавателю. По этому пульту он следит за ходом обучения и даже может вмешиваться в его процесс.

В высшей школе вырисовываются четыре основные «профессии» технических средств: информационная, контролирующая, обучающая и управляющая учебным процессом.

Ученые и педагоги хотят построить такие обучающие комплексы и разработать такие обучающие программы, чтобы в них учитывались и индивидуальные особенности учащихся. Ведутся работы по применению новых методов обучения, в спорте, музыке, медицине.

Для обучения глухих и слепых разрабатывается и экспериментально проверяется способ чтения рукописных текстов во время их написания. Тогда машины смогут проверять диктанты в процессе их написания.

Думают над проектом машины, говорящей и понимающей человеческую речь. Такая машина смогла бы одновременно обучать несколько сотен, а возможно, и несколько тысяч учеников. Причем обучать разным предметам и учить каждого по индивидуальной программе. Машина будет читать написанное учеником, слушать его речь, то есть реагировать на все, что делает ученик в процессе обучения, и реагировать без всяких пультов, без рычагов и кнопок!

Вслед за карманными калькуляторами в школы придут и миниатюрные обучающие машины «Говори и пиши», «Говори и считай», «Говори и читай». Они будут помогать ученику овладевать основными навыками во время обучения.

Можно предположить, что в ближайшие годы будут созданы видеокомпьютеры, при помощи которых школьник сможет изучать законы физики, наблюдая на экра-

не не точки, а вид из окна звездолета. Ученик будет «лететь» почти со скоростью света или «перемещаться» между атомами кристалла, глядя на них под любым углом.

Занимаются и решением задачи использования больших электронных машин для массового обучения.

Предполагают, что в будущем даже в квартиры поставят электронных помощников для обучения. Их подключат к общегосударственной сети электронных машин. Ведь две-три ЭВМ могут почти одновременно обслужить сотни и тысячи потребителей учебной информации. Это позволит ввести постоянно контролируемое обучение: от классного задания до домашней подготовки. Плюс к этому возможна и сеть телевизионного обучения.

Думают использовать для обучения спутники связи с передатчиками, которые будут транслировать на обширные районы Земли учебные радиотелевизионные программы.

Ну а что же будет с учителем, с человеком, который сегодня ведет учебный процесс? Думаю, тревожиться о судьбе учителя в школе и преподавателя в вузе еще рано. Пока успехи автоматизации учебного процесса более чем скромны, и революция, во всяком случае кибернетическая, в педагогике нам не грозит. При обучении с использованием машин роль педагога не только не уменьшится, но и неизмеримо обогатится. Ведь программированное обучение не вносит каких-то новых принципов в педагогику, оно только помогает лучше использовать давно известные принципы обучения. Машина лишь помогает учителю контролировать, проверять, «закреплять» материал в ходе учебного процесса. Машина поможет организовать наиболее плодотворно индивидуальный труд каждого учащегося.

Педагог, освободившись от обязанностей «передающего звена» в цепи овладения знанием, сможет выступать в главном своем качестве — воспитателя.

### **ПРИМЕНЯЕТСЯ ЛИ КИБЕРНЕТИКА В СПОРТЕ?**

А как же, везде — да, а в спорте — нет?

Посмотрите. «Робот бьет пенальти», «Спорт и электроника», «Не призвать ли технику?», «Большой спорт и кибернетика», «Электроника на стадионе», «Робот игра-

ет в теннис», «Электронное сердце стадиона», «МАУ управляет велосипедом», «На все руки и... ноги», «Человек, рекорд, наука», «Технический прогресс и... футбол».

Это названия статей в газетах и журналах о применении в спорте кибернетики.

Уверен, что вы, читатель, или спортсмен, или болельщик. И в том и в другом случае вы разыщите любую из названных статей и узнаете, как в спорте применяют кибернетику.

Я же расскажу о другом.

Первое. В Монреале на «Экспо-67» в канадском павильоне стоял робот-спортсмен. Он одной рукой играл в бейсбол, а другой толкал ядро. Кроме того, он играл в футбол, хоккей и шахматы. Между прочим, когда у гда спрашивали об успехах спортивного чуда кибернетики, он бодро отвечал:

— Пока неважно.

Второе. Перед мировым футбольным первенством 1966 года в Лондоне было много всяких прогнозов. Английские журналисты, желая поставить рекорд в прогнозах, обратились к астрологии и к электронной вычислительной машине. Известная гадалка Катина (она регулярно печатает свои гороскопы в лондонской «Ивнинг ньюс») объявила: чемпионом станет Аргентина, второе место займут бразильцы.

Электронная машина «Сентрал электрик компани» (США), которой управлял инженер Холген, получив множество данных: результаты всех матчей на предыдущих чемпионатах мира, мнения специалистов о прошлых играх каждой команды, характер каждой встречи, характеристики каждого стадиона и многое, многое другое, выдала свое предсказание. Оно весьма любопытно. В четвертьфинал выйдут сборные Англии и Франции, ФРГ и Аргентины, Бразилии и Португалии, Италии и СССР. В полуфинал — Англии, ФРГ, Бразилии, Италии. В финале встретятся команды Англии и Италии. Победит сборная Италии, второе место будет у футболистов Англии, третье — Бразилии.

А в действительности? Машина тоже оказалась не на высоте. В четвертьфинальном прогнозе она вместо сборной Венгрии назвала сборную Франции, в полуфинальном допустила две ошибки: вместо сборных СССР и Португалии указала сборные Бразилии и Италии; в финал она вместо сборной ФРГ вывела сборную Италии.



Не угадал электронный прорицатель и итога. Здесь одни промахи: вместо сборной Англии сборная Италии, вместо сборной ФРГ сборная Англии и вместо футболистов Португалии футболисты Бразилии.

Правда, есть и другие — более удачные примеры предсказаний, сделанных электронными машинами.

В 1963 году, тоже во время чемпионата мира по футболу, в одной из чилийских газет был опубликован сделанный машиной прогноз исхода встречи между лидером подгруппы — сборной командой СССР и сборной Колумбии, которая была аутсайдером. В своем комментарии к прогнозу газета называла его «полным провалом попытки электронного предсказания». Действительно, кто мог бы поверить: машина предсказала счет 4 : 4!

Но вот состоялся матч. На табло стадиона после финального свистка судьи был результат... 4 : 4.

Нечто похожее произошло и на чемпионате мира «Футбол, Мехико—70». Задолго до начала первого матча был известен его итог — ничья. ЭВМ «мудро» разделила очки пополам между хозяевами чемпионата мексиканскими футболистами и нашей командой. И что же? Электронная машина не ошиблась — 0 : 0.

Второй матч советская сборная проводила с командой Бельгии. Снова вопрос машине. Она отвечает, счет 2 : 1 в пользу советских футболистов. Даже назвала авторов голов — Нодия и Пузач.

А в действительности?

Интересно здесь привести предсказания ЭВМ о результатах чемпионата в сравнении с коллективным мнением футбольных экспертов — крупнейших спортивных обозревателей и специалистов.

О результатах предварительных игр — единодушие людей и машины: в четвертьфинал выходят сборные СССР и Мексики, Италии и Уругвая, Бразилии и Англии, ФРГ и Болгарии. Почти без разногласий были предсказаны исходы четвертьфинальных поединков. Сборная СССР выигрывает у уругвайцев, итальянцы у мексиканцев, команда Бразилии победит футболистов Болгарии, футболисты ФРГ — англичан.

Об исходе полуфинальных встреч ЭВМ заспорила с людьми. По прогнозу полуфинальные пары должны быть такими: сборная СССР — сборная Бразилии, сборная ФРГ — сборная Италии. И машина заявила: финалисты

сборные СССР и ФРГ. А люди возражали. В первой паре большинство специалистов отдало предпочтение сборной Бразилии, в отношении второй мнения разделились: шансы обеих команд расценивались одинаково.

Ну а как же на сей раз ЭВМ и люди предсказали судьбу «Золотой богини»?

ЭВМ: кубок Жюля Римо у сборной СССР, второе место у ФРГ, третье — бразильцам.

Специалисты же большинством голосов отдают кубок футболистам ФРГ, на второе место выводят сборную СССР и третье место оставляют бразильской команде, «соглашаясь с мнением машины».

Кто увез «Золотую богиню» и как определились места на чемпионате, болельщикам известно. Каждому только остается сравнить прозорливость ЭВМ с действительным результатом, чтобы сделать для себя вывод: стоит ли верить столь модным теперь машинным предсказаниям результатов спортивных встреч?

Но что важно. ЭВМ теперь анализируют состояние команд перед чемпионатами, и неплохо. Они учитывают все: число игр, соотношение побед и поражений, уровень подготовки противника. Все это позволяет составить своеобразный учетный курс каждой команды, участвующей в чемпионате. В 1974 году перед X чемпионатом мира он выглядел так: 1. ФРГ — 3,111 очка; 2. Голландия — 2,750; 3. Бразилия — 2,643; 4. ГДР — 2,364; команда Италии на восьмом месте, а перед ней команды Швеции, Югославии, Польши.

И вот начались игры. Оказалось, что «компьютерный тест», проведенный накануне финального турнира, верен, вопреки мнениям многих футбольных специалистов. Ошибка лишь в одном случае — сборная Италии была названа восьмой, Аргентины — девятой. Оказалось наоборот. И даже финальная пара была предсказана правильно: сборная ФРГ — сборная Нидерландов!

Перед XI чемпионатом 1978 года машина предсказала, что новыми чемпионами мира будут спортсмены Бразилии, которые выиграют у сборной ФРГ, а за третье место встретятся команды Голландии и Аргентины и южноамериканцы победят.

Каким был результат на самом деле, болельщики, конечно, знают. Нас сейчас больше волнует вопрос, как же можно прогнозировать результаты сложных спортивных игр, где тысячи всяких факторов могут влиять

на результаты: от реакции публики на стадионе до лопнувшего шнура бутсы игрока, от погоды до самочувствия вратаря?

Для этого мы с вами вынуждены будем обратиться к области, имеющей весьма отдаленное отношение к спорту. Тем самым мы уйдем от спортивных проблем, чтобы в них потом разобраться, и познакомимся с интересным разделом математики — теорией игр и стратегических решений.

Выдающийся французский математик Эмиль Борель еще в начале нашего века предпринял издание большого многотомного «Курса теории вероятностей и ее приложений». Предпоследний том был посвящен «Приложениям к азартным играм». Ученый в нем подвел итог длительным исследованиям азартных игр, которыми он очень интересовался как математик. В теорию игр Борель внес смелые и оригинальные идеи.

До него все ограничивались рассмотрением игр, в которых ход игры определялся случаем, а не игроками. Борель попытался найти математическую формулировку игр, где течение игры определялось умением игроков. Ему удалось, как говорит знаменитый французский физик Луи де Бройль, построить систему гипотез, которая, с одной стороны, могла быть положена в основу расчета, а с другой стороны — стать весьма разумной «моделью» того, что происходит в действительности.

Со временем многие ученые развили теорию игр до такой степени, что она стала гораздо шире теории азартных игр и ее результаты нашли применение в психологии, военном деле, экономике. Особенно много в этой области сделано работами Джона фон Неймана, по сути дела, создателя математической теории игр.

В каждой игре, даже самой простой, сталкиваются противоположные интересы, каждый партнер стремится воспользоваться ошибкой противника, повернуть игру в свою пользу и добиться победы.

Теория игр позволяет точным математическим языком описать правила игры, дать формулы, оценивающие ее ситуации и указывающие правильный путь к победе. Мало того, теория эта позволяет с некоторой долей точности учесть многие обстоятельства, влияющие на борьбу, и предсказать ее исход, конечно, с определенной степенью достоверности. Подчеркнем: с определенной степенью достоверности, а не абсолютной.

...В 1964 году в Монте-Карло разразилась гроза. Скромного вида молодые люди пришли в казино и стали играть. Да как! Что ни ставка — то выигрыш. Десятки тысяч франков отсчитывали им содержатели казино. Однажды один из этих молодых людей выиграл такую сумму, что об этом заговорили с тревогой. А вскоре его жена в рулетку взяла за два часа сто тысяч марок.

Как это им удалось? Досужие журналисты объяснили в газетах: предприимчивые молодые люди якобы записали в игорных домах несколько тысяч вариантов выигрышей. Затем записи закодировали и обработали на электронной вычислительной машине. Она будто бы и разгадала несколько безошибочных вариантов выигрышей. Ими и воспользовались возмутители спокойствия в казино.

Правда, владельцы игорных домов заявили:

— Нас эти парни совсем не волнуют. Против миллионов, что у нас разыгрываются, они бессильны. Одно они только наделали — много шума.

Но дело, конечно, не в миллионах. Суть в том, что в играх, подобных рулетке и лото, результат вообще не зависит от ходов участников: все целиком строится на случае. Для рулетки и лото не существует руководства к действию и невозможно выработать строго определенную выигрышную стратегию игры. Иначе давно пустили бы по миру всех содержателей зланных мест в Монте-Карло.

Здесь следует в скобках заметить, что утверждение об абсолютной случайности для рулетки верно только для абсолютно идеальных устройств. А таких, как известно, не бывает. Реальные рулетки все без исключения, как бы хороши они ни были, имеют неравномерное распределение выпаданий. Этим и воспользовались, вероятно, в Монте-Карло молодые люди. Зафиксировав все неравномерные распределения выпаданий выигрышей, они с помощью ЭВМ, возможно, смогли в данном частном случае уловить некоторую закономерность.

А как же предсказания в футболе?

Группа московских инженеров-программистов весьма длительное время удачно отгадывала результаты футбольных матчей, используя машинное время в период наладки и проверки машин.

Цель их — угадать исход матча в очках: победа, ни-

чья, поражение. Иногда и более высокая степень точности — определение разницы забитых и пропущенных голов, с которой команда выигрывает или проигрывает в матче.

Была на основе теории игр составлена программа для ЭВМ. В ней как бы сконцентрирована вся интуиция болельщика, его знание футбола, опыт — вся футбольная эрудиция. В таблице значение каждого символа определялось цифрой от 1 до 10. После определения всех символов их суммировали и устанавливали, в какой интервал попадет полученное число.

Таких интервалов три: «поражение» — от 0 до 35, «ничья» — от 36 до 68, «победа» — от 69 до 90.

Что надо понимать под символами? Например, первому — «свое или чужое поле» — должна соответствовать, скажем, цифра 3 (в общем случае меньше 5), если игра происходит на поле противника; или 8 (в общем случае больше 5), если встреча будет на своем поле. Игра на нейтральном поле соответственно будет изображаться цифрой 5.

Другой символ — «результат последних встреч» — показывает, насколько успешно для команды были последние пять игр. Если, скажем, команда набрала 10 очков, то балл у нее будет высший — 10. А в случае успешных игр команды противника (10 очков после 5 игр) в графу они пишут 0... Иначе говоря, на основании результатов последних пяти матчей, сыгранных соперниками команды, надо показать, каковы ее шансы на успех против любой команды.

В графу «турнирная ситуация» они ставили числа, учитывающие встречи интересующих их команд на том поле, где им предстояло играть.

Далее — символ «состав команд». Тут многое учитывается: появление новых сильных игроков, болезнь ведущих футболистов, отсутствие лидеров, ушедших в сборную страны, смена тренера и т. д.

Другие символы учитывают встречу команд между собой, погоду с точки зрения выгоды ее для команды.

Успех в угадывании результатов матчей определяли продуманность разработанной программы, правильность подбора данных. Каждый параметр подбирали очень тщательно. Все так отрабатывалось, что учитывали и спортивную форму игрока, и сыгранность, и моральные факторы, и случайные обстоятельства.

Итак, кто выиграет?

Впрочем, вопрос этот не более чем риторический. ЭВМ создаются совсем не для того, чтобы с их помощью предсказывать исходы футбольных поединков...

### **ЧЕЛОВЕК И МАШИНА: ЧТО КАЖДЫЙ МОЖЕТ**

Вот без лишних слов сугубо научное сравнение возможностей человека и машины.

Человек превосходит машину:

- 1) в обнаружении слабых звуковых и световых сигналов;
- 2) в восприятии, интерпретации, организации сигнальных образов различных модальностей;
- 3) в осуществлении гибких операций управления;
- 4) в хранении большого количества информации в течение длительного времени и в использовании нужной информации в нужный момент;
- 5) в образовании индуктивных умозаключений;
- 6) в изменении показателей в результате обучения;
- 7) в фомировании понятий и выработке методов.

Машина превосходит человека:

- 1) быстротой ответа на сигнал;
- 2) выполнением повторных стереотипных действий и задач;
- 3) хранением информации в сжатой форме и полным освобождением от ненужной информации;
- 4) скоростью расчетов;
- 5) способностью выполнять одновременно несколько различных функций.

Я дал лишь одно сравнение, хотя можно было бы привести их много и по разным другим признакам. Можно сравнивать человека и машину по одной одинаковой функции, например: скорость передачи информации, надежность, основные параметры, физические характеристики. Сколько и каких бы характеристик ни показывать, они не будут исчерпывающими. А приведенная, мне кажется, одна из самых наглядных.

И все же, как ни странно, но иногда остроумное замечание, или афористическое высказывание, или размышление, рассуждение могут быть более точными, чем собрание конкретных фактов. Я думаю, вы согласитесь со мной, познакомившись с некоторыми из них.

Например, остроумное сравнение приведено в книге моего старого знакомого французского писателя — популяризатора науки Пьера де Латиля «Искусственная мысль (Введение в кибернетику)», изданной еще в 1953 году. Передавая мне свою книгу, он отчеркнул в ней такую фразу: «Человек уменьшает количество операций, усложняя их, машина упрощает операции, увеличивая их количество».

Или такое высказывание, встретившееся в одном из кибернетических сборников: «Как машина, человек очень медлителен и несовершенен, но отличается универсальностью в противоположность систематической специализации робота».

И, конечно, довольно глубоко, со вскрытием важнейшей сути различия, провел сравнение возможностей человека и машины Винер: «На первый взгляд может показаться, что машина обладает рядом очевидных преимуществ. В самом деле, она работает быстрее и с большим единообразием или по крайней мере может обладать этими свойствами, если ее правильно построить. Цифровая вычислительная машина за один день может выполнить такой объем работ, с которой целой команде вычислителей не справиться и за год, притом работа будет выполнена с наименьшим количеством ошибок».

Вместе с тем человек обладает несомненными преимуществами. Не говоря уже о том, что любой разумный человек во взаимоотношениях с машиной считает первостепенными свои, человеческие цели, машина в сравнении с человеком далеко не так сложна, а сфера ее действий, взятых в их многообразии, гораздо меньше».

## БЫСТРЕЕ МАШИНЫ

Есть у советской писательницы Валентины Журавлевой рассказ-шутка «Феномен».

Мальчик Витя Костиков удивил однажды учительницу математики Нину Владимировну своими необыкновенными способностями. Он моментально решал все задачи, а когда Нина Владимировна спросила:

— Может быть, ты и за шестой класс задачи решишь?

Костиков — такой нахал! — шмыгает носом и отвечает:

— Мне, Нина Владимировна, все равно. Хотите за шестой, хотите за десятый.

Но, как потом оказалось, в институте напротив школы стояла новая электронная счетная машина. Она могла анализировать человеческую речь, воспринимая условия любой задачи с голоса. Готовое решение поступало в обычный репродуктор. Оттуда был слышен ответ. Такой репродуктор, работавший и как микрофон, сотрудники института установили в классе, где учился Витя Костиков. А он ловко воспользовался электронным подсказчиком.

Мальчик Витя Костиков — персонаж из рассказов-шутки. А вот Борислав Гаджански действительно феномен.

— Можешь ли ты, Борислав, извлечь корень двадцать второй степени из числа 348 517 368 452 361 458 872?

Мальчик на минуту задумывается.

— Восемь.

— А теперь извлеки корень тридцать первой степени из числа 538 436 517 832 435 456 582.

Еще минута на размышление.

— Четыре.

В свои одиннадцать лет Борислав Гаджански из югославского города Зренянин отлично знал высшую математику в объеме программы вуза и без помощи карандаша и бумаги производил сложнейшие математические расчеты.

Виртуозы-вычислители — не редкость.

. В зрительном зале погас свет. На сцену, ярко освещенную огнями рампы, вышел человек в строгом черном костюме — не цирковой артист, не конференсье, не исполнитель популярных песенок. У него в руках мел и тряпка. Они как-то непривычны на сцене.

Эстрадный номер начинается. Сотни зрителей с ослабевающим вниманием следят за исполнителем.

— Назовите мне, пожалуйста, — обращается артист к зрителям, — многозначное множимое и многозначный множитель и прошу вас найти вместе со мной их произведение.

— Один миллион пятьсот девяносто четыре тысячи триста двадцать три умножьте на три тысячи четыреста пятьдесят шесть, — просят из зала.

Проходит несколько секунд, и все читают на доске результат: 5 509 980 288.



Артист терпеливо ждет, пока зрители перемножат на бумаге числа. После этого он называет также все промежуточные результаты, полученные при умножении.

В Грузии живет Арон Чиквашвили. Он свободно манипулирует в уме многозначными числами.

«Счетный механизм» Чиквашвили не знает усталости и ошибок.

Он может не только считать, но и... читать с конца.

Как-то друзья решили проверить возможности чудо-счетчика. Задание было суровым: сколько слов и букв скажет диктор, комментирующий второй тайм футбольного матча «Спартак» (Москва) — «Динамо» (Тбилиси). Одновременно был включен магнитофон. Ответ последовал, как только диктор сказал последнее слово: 17 427 букв, 1835 слов.

На проверку ушло... пять часов. Ответ оказался правильным.

Арон Чиквашвили окончил юридический и экономический факультеты вуза.

Конечно, люди-счетчики обладают большими способностями к счету и прекрасной памятью. У них выработаны и специальные приемы счета. И все-таки известны случаи столь необычайного проникновения человека в таинственный мир чисел, что даже невозможно уловить технику вычислений и еще труднее объяснить феноменальную быстроту счета.

Вот рассказ об эксперименте, проведенном с быстросчетчиком по имени Осака. Ее просили возвести в квадрат 97, получить десятую степень того же числа. Она делала это моментально. Затем предлагали извлечь корень шестой степени из 40 242 074 782 776 576. Она отвечала тотчас и без ошибки.

В 1927 году доктор Ости и математик Сент-Лаге экзаменовали счетчика Луи Флери. Среди поставленных задач была следующая: дается число, нужно разложить его на куб некоторого числа и четырехзначное число.

Флери предложили число 707 353 209. Он размышлял 28 секунд и дал решение: 891 в кубе и 5238. Ему предложили 211 717 440. Ответ последовал через 25 секунд: 596 в кубе и 8704.

Среди чудо-счетчиков особенно большой популярностью пользуются задачи, в основе которых лежит ка-

лендарное исчисление. Переносясь мысленно через века и тысячелетия, преодолевая трудности недесятичных соотношений (ведь неделя состоит из 7 дней, сутки из 24 часов, час из 60 минут и т. д.), они за несколько секунд проделывают сотни операций, чтобы сообщить, например, что 1 января 180 года была пятница. И все это — с учетом високосных лет, смены календаря в 1582 году и т. д. Они могут сказать, сколько секунд прошло со времени смерти Нерона до падения Константинополя. Однажды за беседой два счетчика Иноди и Дагбер шутя задавали друг другу вопросы такого рода: какой день недели будет 13 октября 28 448 723 года?

Теперь определился даже держатель неофициального мирового рекорда по устному счету. Им стал сотрудник Европейского центра ядерных исследований в Женеве, голландский математик Валем Клейн. Он извлекает корень 19-й степени из числа со 133 цифрами и даже демонстрирует такой трюк. Просит загадать шестизначное число, затем ЭВМ возводит его в 37 степень, и результат — число из 220 цифр — передают Клейну, записав его на нескольких грифельных досках. Клейн в уме извлекает из этого числового монстра корень 37-й степени и выдает результат — загаданное шестизначное число. Вся операция занимает у счетчика 3 минуты 26 секунд.

Несколько лет назад во Франции, в Лилле, в присутствии авторитетного жюри из физиков, инженеров, кибернетиков математик Морис Дагбер вступил в спор с электронной вычислительной машиной, производящей около миллиона операций в секунду.

Математик Дагбер заявил, что признает себя побежденным лишь в том случае, если машина решит семь задач раньше, чем он десять... И что же?

Дагбер решил все десять задач за 3 минуты 43 секунды, а электронная машина семь только за 5 минут 18 секунд!

Подобные соревнования дело непростое. Я проводил их в Институте кибернетики Украинской академии наук. В состязании участвовали молодой счетчик-феномен Игорь Шелушков и электронная вычислительная машина «Мир».

О машине стоит сказать несколько слов. От других машин ее отличают встроенные в нее программы с сим-

вольными выражениями. Она способна производить алгебраические преобразования, дифференцировать и интегрировать функции. Машину ее создатели прозвали «вычислителем с высшим образованием».

Как видите, партнер серьезный.

Судили поединком люди авторитетные: руководитель отдела математического программирования — профессор и его сотрудники.

Не знаю, как на состязаниях во Франции, но мы стремились обеспечить равные условия для человека и машины. Дело в том, что многие задачи электронный вычислитель решает быстрее человека. А есть такие, что человеку вообще не под силу. В Институте кибернетики подобрали соответствующие задачи, определили моменты их ввода для человека и для машины, необходимую точность решений — до какого знака и т. д.

Надо отдать должное таланту Шелушкова. Он блестяще выиграл соревнование, как и Дагбер во Франции.

Все это говорит не только об исключительных вычислительных способностях отдельных людей, но и о неисчерпаемых возможностях человеческого мозга.

### ПРОСЧЕТЫ СЧЕТНЫХ МАШИН

Люди так уже привыкли к точности и непогрешимости вычислительных машин, что упоминание об ошибках электронного мозга звучит как дело явно невозможное. Однако опыт говорит о другом. Некоторые просчеты счетных машин могут быть весьма печальны для человека и человечества. А другие просто вызывают улыбку: видно, и машинам «ничто человеческое не чуждо»... И все же не только шутки ради собрано здесь все, о чем вы прочитаете.

В США из-за пропуска дефиса в программе пришлось подорвать космическую ракету, стартовавшую с мыса Кеннеди к Венере. А ракета стоила... 18 миллионов 500 тысяч долларов.

Зимой 1979 и летом 1980 года в США произошли «ошибки» у пентагоновского компьютера. Он несколько раз выдавал ложную «ядерную тревогу». Контрольный радар противовоздушной обороны объявлял об «атаках противника» Первый раз в воздух были подняты истребители-бомбардировщики американских

ВВС, а второй раз в повышенную боевую готовность были приведены стратегические бомбардировщики с ядерным оружием на борту, были запущены их двигатели, свои места в кабинах заняли летчики. Зловещие ошибки американских электронных вычислительных машин могли обернуться слишком дорогой ценой для народов мира.

Электронная машина засыпала владельца автомобиля в городе Лауренсберге напоминаниями о выплате денежного налога на сумму 10 056 марок. Только за один день несчастного человека почтальон посетил 17 раз. Поток счетов был прекращен только тогда, когда кто-то в финансовом управлении встал на пути разъяренного робота. Оказалось, что робот принял неясно написанную шестерку за ноль и вместо 1965 года прочитал 1905. Поэтому он требовал от владельца машины уплаты налогов за все 60 лет.

Специалист по машинной музыке, математик и музыкант Р. Х. Зарипов рассказал как-то мне, что после того, как научил машину «Урал» сочинять вальсы, он решил научить ее писать марши. Но машина капризничала: вальсы писала, а марши не хотела. «Урал» бунтовал, останавливался, сам включал уже прочтенную ленту программы, крутил ее без конца, моргал своими неоновыми глазами и не выдавал никакой продукции. Причина выяснилась не скоро. Оказывается, в программе в одной строчке вместо числа 1777 стояло 1177.

В Иоганнесбурге (ЮАР) разведенная женщина решила найти себе мужа. Для этого ей нужно было обратиться только к услугам конторы, занимающейся подбором кандидатур для будущих супружеских пар, к ее вычислительной технике.

Женщина заполнила бланк с длинным перечнем вопросов, где подробно рассказала о своих интересах, о предположительных достоинствах будущего мужа и его физических и моральных качествах. Однако она не знала, что ее бывший муж тоже воспользовался услугами той же конторы.

Через несколько дней она получила по почте конверт, на котором было написано «Строго конфиденциально». С нетерпением вскрыв конверт, она обнаружила

там ответ вычислительной машины, которая более чем из миллиона кандидатур выбрала... ее бывшего мужа.

Однажды молодой человек обратился к ЭВМ с просьбой подобрать ему невесту. Хотелось бы, написал будущий жених, чтобы невеста была небольшого роста, общительна, предпочитала бы скромно одеваться и к тому же умела плавать. Быстродействующая машина не заставила себя ждать с ответом:

— Вам подходит пингвин.

(Безукоризненно точный ответ, но совершенно бестолковый, дикий.)

В Англии руководители ста конкурирующих фирм обратились за помощью к ЭВМ, спросив ее, какая компания на Британских островах наиболее стойко выдержит экономические потрясения и останется самой надежной для акционеров и в будущем. Компьютер уверенно заявил: «Роллс-Ройс!» А через некоторое время о банкротстве этой фирмы сообщила пресса всего мира..

На одном из предприятий концерна «АЭГ — Телефункен» состоялась стачка рабочих в знак протеста против действий управляющей ЭВМ, которая, как обратили внимание рабочие, постоянно недоплачивала им заметные суммы денег, «ошибаясь» исключительно в пользу хозяев.

Электронная вычислительная машина департамента пенсии в ЮАР на какое-то время остановилась, натолкнувшись на непосильную задачу: в ведомости на выплату пенсий ей встретилась фамилия некой миссис Малькольм-Смит. Не сумев отличить разделительную черточку от минуса, машина принялась вычитать «Смита» из «Малькольма».

Владелец пивоваренного завода в Бертоне-на-Тректе (Англия) захотел точно определить, сколько пива требуется его согражданам на празднование рождества и на встречу Нового года. Расчеты поручили электронной вычислительной машине. Неизвестно, какими соображениями руководствовалась машина, но по ее совету завод выпустил на 1,2 миллиона литров пива больше, чем было выпито.

Жильцы одного из домов в Хьюстоне (США) подали жалобу на домовладельца. В счет за пользование водо-

проводом им одновременно включали штраф за просрочку платежа, хотя они и не собирались опаздывать с оплатой.

Ответ на жалобу гласил: «Во всем виновата машина. Мы включили ее чересчур поздно, она не справилась с работой в прошедшем месяце и поэтому сочла нужным включить в сумму и штраф».

Американский кибернетик Данциг ввел в машину сведения о калорийности различных пищевых продуктов и о сезонных колебаниях их стоимости. А машина должна была составить наиболее экономичное меню. После длительных и сложных расчетов она ответила: «Восемнадцать литров уксуса в сутки».

Сначала Данциг подумал, что в программе какая-то ошибка. Он повторил расчет, но машина выдала прежний ответ. Действительно, в 18 литрах уксуса заключено 1800 калорий — величина, принятая за основу суточного питания.

Данциг изменил программу, введя в нее показатели о взаимной заменимости различных продуктов. Машина после долгих раздумий рекомендовала наиболее экономичное меню — 32 стакана кофе с молоком.

Куда только не пыталась проникнуть кибернетика со своими формулами! Профессор У. Р. Ройс, психолог, работал «формулу любви». Вот она

$$IZ = \frac{32,99 \cdot AG}{2n} + (BP)^2$$

Символы в ней обозначают:

$IZ$  — интенсивность любви,  $A$  — концентрация адреналина,  $G$  — концентрация гликогена,  $BP$  — артериальное давление,  $n$  — число сожителей.

Эта формула, как утверждает ее автор, может применяться к любому обществу — полигамному (многобрачие) или полиандричному (многомужье). Но что самое любопытное: всегда интенсивность любви будет тем больше, чем меньше будет число  $n$ !

В Лондоне на улице Эрлам, дом 10, появилась вывеска: «Международное общество по запрещению счетно-решающих машин».

Энтузиасты общества установили, в частности, что 50 человек, работающих денно и ночью 200 лет, не совершат столько ошибок, сколько электронная вычислительная машина за две секунды...

### ПО ЭЛЕКТРОННОМУ ВЕЛЕНИЮ, ПО МОЕМУ ХОТЕНИЮ

По шоссе мчится машина. Шофер, забыв об осторожности, все время увеличивает скорость: 50, 60, 70, 80 километров в час. Из-за поворота, пересекая шоссе, показывается грузовик. Шофер легкового автомобиля резко тормозит. Пронзительно скрипят тормоза. Но поздно... Столкновение.

Инспектор безопасности движения, замерив тормозной путь, установил, что шофер опоздал лишь на мгновение. Но водитель не может с этим согласиться: ему кажется, что он затормозил вовремя.

Как протекал весь процесс торможения? Шофер заметил угрозу. Мозг выработал решение. Приказ от мозга поступил в мышцу ноги. В мышце возникли изменения электрических потенциалов, возник биоток. Она сократилась — движение, нажата педаль. Сработала тормозная система. И наконец автомобиль остановился. Сколько стадий! Какой длинный путь — от мозга к машине.

Путь от мозга к машине. В обиходе о нем забывают. Даже человек, стоящий у машины, не задумывается над тем, что он не просто стоит у машины. Давайте посмотрим на человека у машины с кибернетической точки зрения. Его мозг непрерывно вырабатывает программу работы. А руки и ноги — эти виртуознейшие инструменты природы — осуществляют связь с машиной. Поэтому специалисты говорят: «Любую машину, управляемую человеком, можно рассматривать как биомеханическую систему управления».

Биомеханическая система все время находится в движении. За какие-то секунды, а иногда и доли секунды в этой системе что-то как-то изменяется.

На приборной доске самолета вспыхнула сигнальная лампочка. И тотчас же рука пилота легла на штурвал управления. Всего четверть секунды потребовалось для реакции тренированного человека. Но за это время

сверхскоростной реактивный самолет пролетает сто пятьдесят метров.

За четверть секунды современный ротационный агрегат выпускает полсотни газет; мощный прокатный стан выдает тонны проката; сернокислотная установка вырабатывает десятки килограммов кислоты.

Трудно, очень трудно человеку успевать за все убывающими темпами машин. И человек чаще и чаще спрашивает себя: «Как мне освободиться от тяжелых обязанностей управляющего устройства?»

В этом направлении годы и годы работали ученые. Исследования и опыты привели к выводу: движения человека не являются, вообще говоря, необходимым звеном биомеханической системы управления.

Почему?

Оказывается, прежде чем совершить какое-либо движение, происходит изменение биотоков мышц, выполняющих это движение. Человек может по своему желанию вызывать появление биотоков в мышце и регулировать их величину, даже не произведя движения. Достаточно лишь сигнала о нем, приказа мозга. Согласно этому приказу обязательно возникнет биоток определенной мощности.

Как здесь не вспомнить будто бы случайное замечание основоположника теории электромагнетизма Максвелла о том, что когда вычисляют силы, с которыми притягивают друг друга небесные тела, ученые чувствуют, как напрягаются от усилия их собственные мышцы.

Мы можем смело назвать такие «усилия» биопотенциалами. Их нетрудно снять простыми накладными электродами и усилить. Конструкторы нашли путь обработки и посылки такого сигнала к исполнительному механизму.

И вот результат: в 1957 году был создан советскими специалистами биоманипулятор. Его постепенно усовершенствовали. Участники I Международного конгресса Федерации по автоматическому управлению были удивлены совершенно необыкновенной картиной. Пятнадцатилетний мальчик, не имеющий кисти руки, взял искусственной рукой кусок мела и написал на доске ясно и четко: «Привет участникам конгресса!»

Переполненный зал дрогнул от аплодисментов. Люди аплодировали создателям замечательной биоэлектрической системы управления — протеза-манипулятора. Его называют «железная рука».



Изобретение это велико и гуманно. Гуманно, потому что дает инвалиду необходимейшую часть тела — руку, умеющую делать все — от тонкой работы ювелира до грубого удара молотом.

Со временем конструкторы сделают протезы более гибкими, с многообразным манипулированием. «Железная рука» обретет большую силу и возможность воспроизводить движения пальцев. Руку «очувствят». Она сможет различать горячее и холодное, влажное и сухое, гладкое и шероховатое.

Изобретение это велико. Оно, как сказал один публицист, открывает дверь в незнаемое, за которой простирается мир биоэлектрической техники с перспективами, теряющимися вдаль.

Биотоки после усиления можно передавать на большие расстояния по проводам и по радио. Значит, можно протянуть «искусственные руки» за сотни и тысячи километров. Можно их опустить в глубину моря, а самому оставаться на поверхности. Наблюдая на экране телевизора за тем, что происходит в воде, оператор из рубки спасательного судна будет руководить работами на дне, под водой. Не притронувшись к затонувшему кораблю, он подготовит его к поднятию.

Таковыми «руками» можно снабдить и батисферу, погруженную в океанские глубины.

«Огнеупорные руки» можно дать людям, следящим за работой огнедышащих печей. Руки-манипуляторы можно сделать из стойкой изоляции — тогда не страшны будут мощные потоки электричества. Другие «руки» позволят человеку, не боясь повышенной радиации, проникать в опасные зоны атомных установок.

Оказалось, что можно снимать не только биотоки мышц руки (не только скелетных), но и сердечной мышцы, мышц, управляющих дыхательными движениями, и др.

Биотоки сердечной мышцы управляют рентгеновским аппаратом и получают снимок сердца в любой момент его сокращения. Они могут управлять подачей наркоза оперируемому, кислорода летчику, космонавту или водолазу.

Путь биоточного протезирования приводит к мысли о создании протезов для органов, которых у человека и не было. биоточных крыльев или жабр. Кибернетики мечтают о биомеханических системах, где человек будет с

выгодой для себя «встраиваться» в машину, подчиняя своим импульсам всю сложность действий механического исполнителя.

Уже сегодня заставили биотоки управлять сложными механизмами.

...По рельсам модели кольцевой железной дороги бежит маленький локомотив с вагончиком. В кресле у стола с моделью сидит человек. Улыбаясь, он поглядывает на зрителей и легким взмахом кисти руки то останавливает игрушечный поезд, то заставляет его трогаться, то менять направление движения. Это какое-то волшебство! И действительно, со стороны кажется, что в кресле кудесник, что он шагнул из сказки в жизнь и теперь удивляет людей своим невероятным могуществом. Но он совсем не кудесник. Для управления локомотивом он использует устройство, созданное на принципах биоточного управления. Один сигнал снимается с мышц, сгибающих кисть, а другой — с мышц, которые ее разгибают. Два сигнала: один — команда «вперед», другой — «назад».

Возможно, и такая система воздействия человека на механизмы будет применена для управления сложными машинами: тракторами, автомобилями, экскаваторами, станками, кранами. Между ними и человеком таким путем установится непосредственная «живая» связь.

Но все-таки это связь через посредника...

В 1959 году свердловские школьники построили биоточную руку. Они неожиданно сделали открытие: «железная рука», сжатая в кулак, раскрывалась, когда человек говорил «Здравствуйте!» и мысленно представлял себе, что он протягивает руку для рукопожатия.

Биотоки скелетных мышц изучает электромиография. Биотоки сердца находятся в ведении электрокардиографии. А биотоками мозга занимается электроэнцефалография. От успехов последней во многом зависит решение проблемы непосредственного использования биотоков центральной нервной системы для управления машинами.

И когда эта проблема будет решена, тогда цепь, передающая информацию — команду от человека к техническому устройству, будет сведена к минимуму. Образно говоря, машиной будут управлять невысказанные желания.

Современные электронные устройства настолько чув-

ствительны, что даже на расстоянии метра от человека регистрируют электрические импульсы в его организме. Это позволило знаменитому изобретателю электромузыкальных инструментов инженеру А. С. Термену утверждать, что на электромузыкальном инструменте можно играть даже не шелохнувшись, не двинув и пальцем. Сделают это наши биотоки. Он думает над проблемой непосредственного управления музыкой в зависимости от психофизиологического состояния человека. Недаром ученые теперь в шутку стали говорить, что необходимо перейти к новой стадии управления миром машин: руководить ими посредством выразительных взглядов.

Не писатели-фантасты, а специалисты, работающие в области биоэлектрических систем, уже пишут, что можно представить себе быстро летящий самолет, в котором пилот не держит в руках штурвал, но самолет выполняет сложнейшие эволюции, подчиняясь лишь биоточкам летчика. А может быть, пилот такого самолета останется на земле, используя телевизионную связь? Фантасты идут дальше. Они уверены, что наступит эра биоточного управления.

— Так ли это? — спрашиваю я специалистов

— Фантастика есть фантастика, — слышу в ответ. — Но главное — это то, что мы теперь смело вторглись туда, где, как раньше казалось, автоматизации вход был воспрещен. Речь идет о таких областях, где заранее не предскажешь все действия, не опишешь их математически, не запрограммируешь все неожиданности.

Я прошу привести пример. После научных фраз о необходимости для подобных устройств высокой оперативности, максимальной манипулятивности и предельного числа степеней свободы слышу:

— Представьте себе, что в лесу, обезумев от страха, петляя и прыгая как сумасшедший, носится заяц. А вы, пустив вслед за ним механическую собаку, пытаетесь его догнать. Вот здесь биоэлектрическая система управления незаменима.

Академик А. А. Благоднаров однажды буквально ошеломил слушателей потрясающими воображение возможностями биоэлектрической техники: «Мы уже вполне конкретно ставим вопрос о создании такого робота, который фактически будет вашим двойником и по вашему желанию будет собирать для вас минералы на Марсе или, скажем, поздравлять с победой нового спортивного

чемпиона в Рио-де-Жанейро, в то время как вы сами находитесь в Москве. Причем речь идет не о создании просто механического робота, способного выполнять заданную программу. Речь идет о создании такого робота, который будет повиноваться вашей мысли. Это не мистика, не фантастика!»

Ученые давно занимаются разработкой мысленной связи между мозгом и электронной вычислительной машиной. Такая связь позволяла бы человеку задумывать слово, например, «вправо», «влево», «вверх», «вниз», «ближе», «дальше» или «стоп». И это слово, будучи преобразованным в электрофизиологические сигналы, распознавалось бы ЭВМ и служило командой для управления.

Доктор Лоуренс Пиннео из Стэнфордского исследовательского института считает, что теоретически более тесная связь между человеком и машиной — биокibernетическая коммуникация — может работать в обоих направлениях. Если компьютер сможет выдавать информацию в виде электрофизиологических сигналов, которые станет расшифровывать человеческий мозг, то тогда может стать реальностью биокibernетическая связь. Кинематографисты, например, смогут делать фильмы, создавая в своем воображении необходимые им кадры; музыканты — сочинять музыку, представляя себе партитуру, архитекторы — проектировать здания, представляя себе вид готовых домов.

Так, биокibernетическое управление, используя в полном объеме биокibernетические коммуникации, возможно, позволит превращать фантастику в реальность.

### МАШИНЫ ДЛЯ РОЖДЕНИЯ МАШИН

Мне не приходилось сидеть за ее пультом, а вот известному научному публицисту Владимиру Орлову... Впрочем, предоставим ему слово.

«Мне однажды позволили поработать на подобной машине... Математики отгребли в сторону вороха бумажных лент, усадили меня за вычислительный пульт электронно-счетной машины. Журналисту предстояло без всякой подготовки проделать то, что в течение многих месяцев совершает прилежный дипломник, готовясь к защите на звание инженера. Нужно было выстроить нечто новое в своей голове: рассчитать и спроектировать

электромотор. Но не просто действующий мотор, который бы крутился не сгорая. Предстояло решить проблему, лишь недавно<sup>1</sup> относившуюся к тонкостям инженерного творчества: исходя из конъюнктуры цен на железо, медь и другие материалы, из экономики, технологии и эксплуатации, отыскать такие конструктивные пропорции, при которых электродвигатель оказался бы наиболее дешевым.

От меня не скрыли трудностей. Для расчета одного лишь конструктивного варианта придется использовать около двухсот формул. Чтобы нащупать наивыгоднейшие пропорции, надо быть готовым к тому, что придется просчитать около сотни вариантов, сконструировать, тщательно сопоставить и взыскательно отместить около сотни воображаемых двигателей. Как на строгом экзамене, пользоваться справочниками не разрешалось, впрочем, можно было подглядывать в краткую шпаргалку, где расписан порядок нажима кнопок.

Неуверенными пальцами, косясь на шпаргалку, я принялся нажимать кнопки, а машина уверенно докладывала вспыхивающими лампочками об исполнении команд.

Магнитофонные ленты в ее остекленных шкафах совершали прямые и возвратные движения. Конструктивные данные, физические характеристики, команды вычислительной программы извлекались из шкафа ее долговременной памяти и, подобно звеньям поезда, монтировались на единой ленте.

Наконец, я нажал последнюю кнопку, подающую команду к автоматическому счету. Можно было хлебнуть глоток чая. Остальное делала машина.

Огоньки, лениво перемигивавшиеся на пульте управления, зарезвились, как во время иллюминации, образуя текущие гирлянды. Вдруг застрекотало печатающее устройство, и дотоле неподвижная полоска бумаги поползла, как пулеметная лента. На ней оттиснулась колонка многозначных цифр. Мне расшифровали ее значение. Уже в первых строках машина сообщила, что решение досталось сравнительно просто — она рассчитала, сравнила и отбросила всего лишь 78 вариантов, пока спроектировала наилучший. Дальше шли полсотни параметров, составляющих подробный инженерный формуляр мотора. Их без долгих размышлений наносили на «слепыш», на чертеж двигателя, где в разрывах размер-

ных стрелок были заготовлены пробелы для цифр. А машина выдала, как щедрое приложение, еще полсотни параметров, наведя щегольские штрихи, словно бантиком завязав проект для несуществующего мотора. Вот он весь — в мельчайших деталях».

Продолжим интимный разговор с подобной машиной, но более совершенной. Она получила самые лестные отзывы конструкторов. Ее зовут и блокнотом для эскизов, и правой рукой конструктора, и электронным проектировщиком, и инженерным колдуном, и художником формул, и даже пьедесталом... Да, пьедесталом, на который поднят мозг конструктора для особых свершений, для высшего творчества. Эта машина поистине всезнайка в области конструирования.

Вот человек садится перед электронным конструктором и начинает работать, и невольно приходишь в восхищение перед таким содружеством. Здесь ум и скорость, воображение и надежность, творчество и трезвость, порыв и память.

Длинное слово «конструирование» включает куда более длинный перечень трудностей. В один узел завязываются взвешивание социальной необходимости, оценка эстетических норм и расчет экономических аспектов поставленной конструктору задачи. К этому прибавляются непредвиденные заранее вопросы, возникающие на разных этапах проектирования. А смена подходов, которую требует дело? А ошибки, когда прорабатывают новые методы? А недостаточность исходных данных? Все это здесь должно быть преодолено и подчинено эффективно-му взаимодействию в творческом процессе работы проектировщика и машины.

О многом можно спорить в затронутой проблеме, но одно бесспорно: «играя» на клавиатуре машины-конструктора, мы уже сегодня передаем ей некоторые наиболее трудоемкие «отрывки» из творческой деятельности конструктора. Понимая и умея истолковывать чертежи, машина благодаря своим возможностям, как на листы черновиков, откладывает в память одно за другим решения конструктора.

На специальном экране световым пером делает наброски конструктор. Каждое его движение регистрирует машина. Начертив только вид спереди, он может потребовать от машины соответствующей проекции вида сбоку, сверху и даже перенести все в трехмерное простран-

ство. Человек может произвольно перемещать и поворачивать элементы конструкции, уменьшать их или увеличивать, и увеличение это может быть так велико, словно конструктору дали лист ватмана в несколько тысяч квадратных метров.

Когда проектировщику понадобится какой-либо элемент конструкции, нажав кнопку, он получит точную копию. Повторяется в проекте деталь конструкции и неоднократно? Пожалуйста, машина выдаст ее — ставьте в необходимое место. Внесли поправку в деталь проекта — машина внесет ее в конструкцию, во все узлы, где эта деталь встречается. А если два проектировщика работают над одной конструкцией, машина укажет им, где их работа перекрывается одинаковыми решениями, она не «разрешает» тратить время на дублирование.

Машина способна, читая чертеж, записывать его в виде уравнений. Она может и непосредственно читать их. Только это одно почти полностью освобождает инженера от черновой математической работы при конструировании.

Машина может производить и обратную работу — превращать уравнения в графические кривые — смотрите, насколько короче стал путь: эскиз — уравнение, уравнение — эскиз.

Интересно, что «обе высокие договаривающиеся стороны», человек и машина, в процессе совместных действий все время улучшают конструкцию: и «подрисовывают» и «подсчитывают» ее. Они будто в полном согласии ищут оптимальное решение.

Вот конструктор набросал проект агрегата или устройства. Машина «взяла» чертеж и «поместила» в свою память. Взамен она выдала уравнения, расчеты по чертежу. Вы хотите внести какие-либо изменения? Пожалуйста! Машина по требованию внесет соответствующие изменения в чертеж. Даже если вам захочется увидеть будущую конструкцию в движении, в динамике, машина и в этом вам не откажет. Она сделает расчеты, выдаст чертежи — десятки, сотни, и перед вами, как в мультфильме, предстанет жизнь задуманной вами конструкции.

В Институте прикладной математики АН СССР проведены под руководством члена-корреспондента АН СССР Д. Е. Охоцимского многообещающие работы по моделированию на электронной машине шагающего ше-

стиногого механизма («таракана»). В ЭВМ вводились уравнения движения ног, а на экране дисплея «таракан» шел через введенные в память ЭВМ препятствия. Меняя коэффициенты в уравнениях движения, ученые наблюдали изменение походки и эффективности преодоления препятствий. И все это происходило без громоздких расчетов, один вариант которого раньше требовал от человека двух-трех рабочих дней.

Невольно возникает вопрос, не идеальный ли это помощник конструктора и изобретателя? Ведь прикидка сотен различных вариантов конструкций, сопоставление несопоставимого, соединение несоединимого с одновременной выдачей математического обоснования, математического расчета целиком перекладываются на «плечи» машины. Машина становится главным инструментом для создателя новой техники. Не случайно академик В. Глушков говорит о творческом содружестве человека и ЭВМ в проектировании и предсказывает неузнаваемое изменение труда инженера, конструктора, изобретателя. «Достаточно,— говорит он,— будет заложить в систему замысел новой конструкции, а различного рода механическую работу по детализовке, черчению, типовым расчетам и т. п. выполнит за него электронный «мозг». «В ряде случаев не потребуются даже чертежи, планы, эскизы,— утверждает далее ученый.— Результаты проектирования попадут прямо на автоматизированные поточные линии, где новшество найдет свое материальное воплощение».

Автоматизация процесса проектирования стала предметом особых забот прежде всего самих создателей ЭВМ. Старые методы проектирования ЭВМ сдерживали конструктора и не отвечали достигнутому уровню производства, из-за чего машина иногда устаревала чуть ли не до своего появления на свет.

Теперь же машина разрабатывает машину и делает это значительно быстрее людей. Первый этап — проектирование идеи ЭВМ, ее принципов. Второй — создание чертежей конструктивного оформления. Другими словами, сначала машина выдает принципиальную схему ЭВМ, а затем монтажную. При этом машине сообщается только задание, какой хотел бы конструктор видеть новую ЭВМ. А уж машина сама подготовит рабочую документацию, ту самую, которую обычно готовят для заводов-изготовителей конструкторские бюро.



При рождении кибернетики спорили: сможет ли машина создавать себе подобные и даже более совершенные машины? Прошло совсем немного времени, и мы не задумываясь отвечаем: не только сможет — уже занимается этим! Разумеется, по воле и подсказке человека...

## **ПОСЛЕДНИЙ ЭПИЗОД ИЗ ЖИЗНИ РОБОТОВ**

В научно-исследовательской лаборатории компании «Дженерал моторс» в Чикаго совершенно необъяснимо раскапризничался электронный робот: когда хотел включаться, когда хотел останавливался, делал множество ошибок. Люди сбились с ног. Только все наладят, проверят, а он опять начинает капризничать. Робот мучил всех целую неделю.

Как нередко бывает, помог случай. Неожиданно заметили, что робот дурит, когда мимо проходит хорошенькая секретарша. Робот влюбился? Ну это уж слишком! Влюбился не влюбился, но попал под полное влияние секретарши: краска, которую девушка накладывала себе на лицо, искажала чувствительность фотоэлемента.

Необыкновенных случаев из жизни роботов известно много. Чтобы вы не путали роботов с разными прочими механическими игрушками — андроидами, куклами-автоматами, часовыми устройствами, поясним, что термин «робот» был впервые применен чешским писателем Карелом Чапеком. С тех пор так стали называть модели и автоматы, внешне сходные с человеком, особенно если они выполняют полезную работу.

У роботов, как и у людей, есть своя история, и даже древняя. К древнейшим роботам принадлежит модель человека, по преданию, построенная Птолемеем Филадельфом. Но, увы, устройство этого робота осталось неизвестным.

Другой робот, «железный человек» Альберта Великого, прочно вошел в историю и более семисот лет гуляет по страницам разных книг. Тридцать лет его строил знаменитый немецкий философ и алхимик. А когда построил, сделал своим привратником.

О дальнейшей судьбе «железного человека» легенды говорят по-разному.

По одним легендам, Альберт Великий будто бы научил слугу произносить несколько слов. Но с годами

слуга разладился и стал болтлив. Это настолько раздражало ученика Альберта, Фому Аквинского, что тот однажды схватил молот и разбил творение учителя.

По другим легендам, дело было иначе. Фома Аквинский решил навестить учителя. Калитку открыла ему незнакомая служанка. Идя вслед за ней, Фома обратил внимание на ее странную походку. Служанка попросила Фому Аквинского подождать хозяина. Голос женщины, ее лицо и фигура смутили гостя. Вдруг он понял: перед ним неживой человек. «Нечистая сила!» — воскликнул он и в ужасе стал громить механизм тяжелым посохом. Когда на шум прибежал Альберт Великий, все было кончено. От служанки остались лишь винты да зубчатые колеса. Чертежи, расчеты и описания этой чудесной машины не сохранились. А посему и этого робота будем считать полумифическим.

Много было механических людей — флейтистов, барабанщиков, танцовщиц, даже парикмахеров, маляров, булочников, писцов. О большом искусстве их создателей говорит такой случай. Знаменитый французский механик Жак Вокансон хотел построить ткацкий автомат. Об этом узнали лионские ткачи и решили избить изобретателя. Тогда Вокансон в насмешку над ткачами построил осла, который ткал на станке.

Увлечение автоматами, механическими подобиями человека, закончилось в начале XIX века. Не будем делать философский и социальный анализ, а скажем только одно. Все они, «неживые люди», хотя и были забавой и развлечением, сослужили свою службу. Эти искусные творения в какой-то мере положили начало развитию автоматики.

Давно умолкла диковинная музыка, не играют больше механические флейтисты. Из шумных парадных покоев дворцов и замков королей механические люди перебрались в тихие музейные залы.

Новые времена принесли с собой новые идеи — людей электрических.

Вот «мистер Телевокс». Внешность его не очень привлекательна. Весь он квадратный, неуклюжий. Глаза, рот и нос нарисованы. В открытом туловище видно сложное переплетение проводов, всевозможные реле. «Телевокс» обладал способностью слышать и исполнять несколько приказаний, поданных свистком. Он включал пылесос и вентилятор, зажигал лампы в комнате, откры-

вал окна и закрывал двери. «Мой робот, если отбросить его оболочку,— рассказывал изобретатель инженер Венсли,— представляет собой автоматическую телефонную станцию, в которой в качестве абонентов присоединено несколько электромоторов». Эти-то электромоторы и производили все действия «Телевокса»,

Вскоре внутри «Телевокса» поместили небольшой кусок пленки с записью нескольких предложений. По команде внутри него автоматически зажигалась лампочка, начинал вращаться электромоторчик, и громкоговоритель произносил несколько фраз.

Другой робот, «Эрик», английского инженера Ричардса, внешне был похож на человека, закованного в рыцарские доспехи. По команде он мог вставать. Тогда у него светились глаза и во рту загорались маленькие зеленые лампочки. «Эрик» отвечал на простые вопросы: который час, какой день, какой месяц.

Появился на свет и огромный робот «Альфа» — детище лондонского профессора физики Гарри Мея. «Альфа» весил много — две тонны. Вот как о нем писали в 30-х годах в одной из книг: «Голова имеет вид цилиндра. Глаза закрыты странными очками — двумя круглыми металлическими пластинками со множеством дырочек. Римский прямой нос. Громадный рот со сжатыми губами. По бокам головы торчат два больших уха со вставленными в них микрофонами. Членистые руки, пальцы ног. Через широкое отверстие в груди виднеются, будто кровеносные сосуды, электрические провода».

Этот робот мог вставать, садиться, поднимать и опускать руки, двигать пальцами, говорить, свистеть, петь. Он стрелял из револьвера правой рукой, всаживая на расстоянии двадцати метров все пули в одну точку.

На чикагской выставке «Столетие прогресса» в 1933 году демонстрировался робот-лектор. Гигантский человек ростом почти в четыре метра сам расстегивал жилет, открывал грудь и живот, стенки которых были прозрачными, и начинал двадцатиминутную лекцию. Он пальцем показывал строение внутренних органов и объяснял процесс пищеварения.

Робот «Вилли» фирмы «Вестингауз» по словесной команде ходил, разговаривал, различал цвета, курил сигару, даже подмигивал женщинам, а рядом на кушетке сидела женщина-робот, держала в руках цитру и испол-

няла песенки. Ее репертуар достигал трех тысяч песен, арий и танцев.

У всех этих роботов внешнее сходство с человеком уменьшилось по сравнению с их предками — людьми механическими. Но зато увеличилось сходство в функциях с действиями человека.

Роботы сегодня — это создания электронные.

Робот «Селектор» умеет говорить, а «Контин» видит, «Рум» умеет ходить и владеет жестами. Он может пожать руку, ответить на вопрос, рассказать свою биографию и даже спеть; «ЧТС» ходит, поворачивается, двигает руками, сгибает их в локтях, берет пальцами предметы, видит, причем каждым глазом отдельно; робот «Тинкер» выполняет сто восемьдесят движений, у него много забот и среди них — чистить автомобиль хозяина и прогуливаться с его детьми.

Робот «ГПТУ» обладает даже такими органами чувств, которых нет у человека. Он не только видит свет, слышит звук, ощущает тепло, замечает препятствия на своем пути и ловко их обходит, но может реагировать на радиоактивность. В нескольких метрах от опасной зоны он звуком, речью и световыми сигналами предупреждает о радиоактивном заражении.

А советский робот-универсал, получивший заслуженную оценку на Всемирной выставке в Осаке, ходил, двигал руками и головой, танцевал под музыку, выполнял по радио двадцать семь команд, видел, «понимал» речь человека, решал задачи с помощью ЭВМ, «чувствовал» музыку и даже сопровождал ее красочным световым фейерверком на своем экране. Он делал еще очень многое — перечень его способностей занял бы всю главу.

Любопытны роботы-интеллектуалы. Вот один из них — «Фредерик». Это автомат, название которого представляет акроним, составленный из первых букв слов, означающих в переводе: «Семейный автомат для приемов, бесед и образования, для извлечения запасенной информации и подытоживания знаний». Конечно, главное назначение роботов — промышленное применение.

На производстве робот-автомат читает чертеж, различает форму предметов, определяет их положение относительно друг друга, осязает эти предметы и производит по заданной программе сборку деталей.

У такого робота есть глаза — две телекамеры: одна

читает чертежи, другая отбирает нужные детали. Есть руки — манипулятор. Благодаря вращающемуся предплечью и гибкой кисти с двумя пальцами у манипулятора семь степеней свободы движения. Есть мозг — средних размеров ЭВМ.

Действия робота начинаются с чтения чертежей. В это время мозг вырабатывает схему сборки. Затем телекамера — второй глаз — рассматривает детали и сравнивает их конфигурацию с «увиденной» при чтении чертежей. Так отбираются нужные детали. После контроля мозг робота — ЭВМ — выдает сигнал на сборку, и рука осторожно, поочередно захватывая детали, устанавливает их в требуемую чертежом позицию.

Это уже не игрушки.

Сегодня роботы испытывают автомашины и самолеты, работают в цехах вредных производств, опускаются для разведки в морские глубины, поднимаются в аппаратах для космических исследований, как наш «Луноход» — первый космический робот.

С их помощью моделируют функции и поведение живых организмов, чтобы создать наилучшие инженерные конструкции и автоматы. С их помощью моделируют и биологические процессы, чтобы проверить правильность нашего понимания этих процессов.

Совсем недавно, когда внедрение роботов только начиналось, их насчитывалось всего лишь сотня, другая. Теперь, с началом развития эры роботов, их насчитывают тысячи и даже в отдельных странах десятки тысяч.

Первое поколение механических людей на производстве составляли однорукие машины, не способные перемещаться, с несовершенной памятью. Правда, они не нуждались в контроле со стороны человека, зато человек пребывал в постоянном страхе: как бы чего не вышло у этих одноруких автоматов, худо-бедно справлявшихся с автоматизацией мелкосерийного и индивидуального производства.

Второе поколение роботов снабдили техническими органами чувств и неким подобием мозга. Роботы могли приспосабливаться к изменениям окружающей среды, действовали более «разумно». Им поручали работу сложнее, чем предшественникам.

Теперь заявили о себе и роботы третьего поколения — автономно действующие кибернетические системы. Они воспринимают зрительную, тактильную (ося-

зательную) и акустическую информацию о внешней среде. А в «интеллекте» — способности обрабатывать информацию — ушли намного вперед от своих предшественников. Такие роботы — своеобразные гости из будущего, они даже умеют себя вести «целенаправленно», без помощи человека, в меняющейся обстановке.

Возникла и развивается новая наука — робототехника. Она определила три основные составные робота: человекоподобные движения, «органы чувств» и «интеллект». Соответственно появилось и развивается новое техническое направление — роботизация: многоцелевое и массовое применение роботов и робототехнических систем. Это одно из наиболее перспективных направлений комплексной автоматизации в промышленности, сельском хозяйстве и на транспорте. Теперь уже мало кто сомневается, что в ближайшем обозримом будущем все ручные операции на производстве будут выполнять роботы, оснащенные органами осязания, зрения, слуха, роботами самообучающимися и со свойствами адаптации к производственным задачам, роботами, которые будут самостоятельно решать сложные логические задачи.

Интерес к роботам — веление времени. Роботы позволят достичь нового уровня технологии, станут подлинно разумными универсальными помощниками человека.

Специалисты высказывают сомнения по поводу ошибочно установившегося у некоторых представления о роботах как об антропоморфных (похожих на человека) устройствах. Вряд ли нужен для них облик человека. Как остроумно заметил однажды академик И. И. Артоболевский, что для нас важнее — внешнее сходство или «внутреннее» родство?

Конечно, машина, похожая на человека, вызывает большую симпатию, чем машина, имеющая любой другой вид. Но нужен ли для робота облик человека?

Нужен ли? •

...Пигмалион и Галатя. Ожившая скульптура, созданная рукой человека. Гомункулус, рожденный в колбе алхимика. Гофманская Олимпия, собранная механиком-Спаланцани. Это мечты прошлого об искусственных людях.

...Множество книг, сотни вымышленных героев-роботов. Они ведут «космократоры», участвуют в межзвездных перелетах, путешествуют к центру планеты, гуляют

по Солнцу. Это мечты настоящего об искусственных людях. А что принесет нам будущее?

...Начальник отдела патентного бюро Х. беседовал с очередным посетителем.

— Что вы хотите патентовать?

— Робота.

— Опять! — гневно воскликнул Х. — Дорогой друг, как вы, изобретатели, мне надоели! Чуть не каждый день является кто-нибудь, чтобы запатентовать какого-нибудь робота...

— Да, но я...

— Хотите — верьте, хотите — нет, — продолжал Х., не слушая его, — но за этот год я испытал 269 всяких роботов. Малых, больших. И все модели — повторяю, все! — оказались буквально ничем.

— Но позвольте...

Однако Х. уже не мог остановиться.

— Конечно, в идее о роботах как о слугах и помощниках человека есть что-то привлекательное. Но реализовать идею... Впрочем, рано или поздно к нам, в бюро, придет кто-нибудь и представит модель робота, именно такую, какую нужно, и этого изобретателя я лично увенчаю розами и лаврами. Но когда это будет — неизвестно, а сейчас я сыт роботами по горло. Идите домой, приятель, и передайте привет вашей модели.

— Но я не изобретатель.

— Не изобретатель? — всплеснул руками Х. — Кто же вы такой, черт побери?

— Я робот, — невозмутимо ответил посетитель.

Возможно, таким будет последний эпизод из жизни роботов.

### **УБЬЕТ ЛИ КИБЕРНЕТИКА ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО?**

Французский психолог Г. Рибо в самом начале нашего века об изобретательстве говорил так: «Что касается «методов изобретения», по поводу которых было написано много ученых рассуждений, то их на самом деле не существует, так как, в противном случае, можно было бы фабриковать изобретателей, подобно тому, как фабрикует теперь механиков и часовых дел мастеров».

Постепенно эта точка зрения подвергалась все большим и большим сомнениям. Видимая аксиоматичность

положения расшатывалась. Изобретательство проходило путь от случайного открывательства к сознательному и планомерному решению новых технических задач. И вот теперь все чаще и чаще встречаем мы заявления о том, что можно создать методику изобретательства и нужно создавать ее, о том, что необходимо учить изобретать (и даже уже учат изобретать!). Ведь учат же творческих работников: самого одаренного композитора музыкальной грамоте, самобытного артиста сценическому искусству.

Больше всего об этом говорят не психологи и не те, кто пишет об изобретательстве, а сами изобретатели. Они думают над рационализацией своего труда, ниспровергают догмы о секрете изобретательства — «Его не существует!» — и стремятся создать методику. Не все изобретения обязательно следствия душевных порывов, говорят они, многого достигают и путем чисто рационального усилия мысли.

Я заинтересовался, что же это за методика, помогающая изобретать. Наиболее четко и ясно на эту тему высказались Г. Альтшулер в книге «Как научиться изобретать», Р. Бахматов в «Изгнании шестикрылого Серафима» и В. Мухачев в работе «Как рождаются изобретения».

Кратко теория изобретательства в их понимании выглядит так: решая задачу, изобретатель проходит три этапа.

1. Выбрать задачу и определить техническое противоречие, которое мешает ее решению обычными, уже известными путями. Аналитическая стадия.

2. Устранить причину противоречий путем внесения изменений в одну из частей машины или в одну из стадий процесса. Оперативная стадия.

3. Привести другие части усовершенствуемой машины или стадии процесса в соответствие с измененной частью. Синтетическая стадия.

По-моему, такой подход к изобретательству похож, во-первых, на стремление соорудить леса (методика), которые помогут возвести здание (изобретение); во-вторых, это разработка программы действий — расчленение сложного процесса на составляющие его более простые. А, в-третьих, говоря кибернетическим языком, своего рода формализация задачи, составление плана поиска для нахождения решения.

А ведь если четко сформулирована задача и состав-



лена программа ее решения, можно применить вычислительную машину...

Стоп! Не слишком ли далеко меня завели чисто логические, чисто формальные построения? В таких случаях полезно заняться самопроверкой.

Я просмотрел много работ об изобретательстве — старинных и современных, аналитических и описательных: от «Мучеников науки» Гастона Тисандье до «Трактата о вдохновенье, рождающем великие изобретения» Владимира Орлова. И что же? Почти у всех авторов можно найти мысль, что изобретательство, хотя процесс и творческий и сложный, поддается расчленению на более простые, частные вопросы. Даже те авторы, которые говорят о нантии, вдохновении, озарении, случае, переходя к конкретным примерам, невольно развенчивают эти взгляды.

Тот же Рибо писал: «Дабы воплотить и упрочить идею изобретения, представшую словно в сиянии перед восторженным умом, требуется непоколебимая стойкость и величайшее терпение. Надо всесторонне рассматривать и применять механические приспособления, применимые к этому изобретению, до тех пор, пока не будет достигнута железная простота, которая одна только и делает его жизнеспособным».

(Обратите внимание — довольно прозаическая расшифровка «сияния перед восторженным умом».)

А как быть с пресловутым случаем?

«Но ведь роль случая ограничивается только постановкой проблемы. Разработка же ее пойдет своим путем, творческим», — признавался известный русский патентовед П. К. Энгельмейер, автор «Теории творчества».

Чтобы убедить не только себя, но и читателя в правомерности выдвинутого положения, я приведу целый хоровод цитат авторов, для которых творчество было целью жизни.

Альберт Эйнштейн, много лет прослуживший в патентном бюро, говорил: «Изобретатель — это человек, нашедший новую комбинацию уже известных оборудования». Он же утверждал, что «без знания нельзя изобретать, как нельзя слагать стихи, не зная языка».

А Эдисон? «Когда я желал что-нибудь изобрести, я начинал с изучения всего, что было сделано по данному вопросу за прошедшее время».

«Изобретение зависит от терпения, — утверждал Бюф-

фон.— Нужно долго и внимательно рассматривать данный предмет со всех сторон. Мало-помалу он начнет развертываться перед вашими глазами».

Декарт же считал, что каждый подлежащий исследованию трудный вопрос надо разлагать на столько частных вопросов, чтобы стало возможным более легкое их разрешение.

И совсем уж определенно и ясно высказался французский математик Анри Пуанкаре в статье «Science et methode»: «Творить, изобретать — значит выделять, короче говоря, отбирать».

Как видим, итог один: знание, поиск, сопоставление, выбор. Положения, близкие к кибернетике, категории, поддающиеся программированию.

Мало того, само изобретательство можно рассматривать как процесс кибернетический: ставим задачу, представляем себе идеальный конечный результат и, собственно говоря, нам не обязательно сразу же знать, как именно будет решена задача.

Конечный, нужный, необходимый, идеальный результат ищет человек, может искать и машина. Машина достаточно легко усвоит один из способов изобретательства: способность сопоставлять, сочетать, соединять реальные, существующие предметы, или проверенные схемы, или работающие механизмы. При переборе она, конечно, наткнется на оригинальное решение. Для нее это не что иное, как один из методов обработки информации.

Не исключено, что в результате машинного перебора появилось бы изобретение, описание которого походило бы на описание двигателя Ленуара, опубликованное более ста лет назад: «Машина использует поршень, запатентованный Стритом; она прямого и двойного действия, как машина Лебона; зажигание в ней производится электрической искрой, как в машине Рива. Она заимствует у Сэмуэля Броуна водяное охлаждение цилиндра; она может работать на летучих углеводородах, предложенных Эрскин-Азардом; может быть, найдет у Гамбеты остроумную идею кругового распределителя. Но, кроме того, она газ и воздух втягивает действием самого поршня, без их предварительного смешивания, всегда опасного и требующего употребления насосов. Вот его (Ленуара) право на патент, вот чего нельзя у него отнять».

Я уже говорил о том, что сегодня автоматизировали

проектирование электронных вычислительных машин и даже вовлекли их в работу по созданию машин, себе подобных. Машины проектируют и изготавливают другие машины. При этом они могут постепенно отходить от заданных установок и отойти настолько далеко, что придут к новому решению. Такое развитие первоначальной идеи очень похоже на изобретательский принцип — «изобретение напрямик», возникший из прямого опытного развития первоначальной идеи.

И наконец, машина может вести изобретательский поиск — расчет на такую глубину и на такую дальность, на какие не способен человек. А именно там, за непроницаемой для него стеной расчетов, и может лежать ключ к изобретению.

Изобретательство уже обогатилось результатами кибернетики. В одном из институтов у нас в стране создан комплекс программ для поиска новых технических решений. Эта программа, например, предложила новые, ранее неизвестные профили бетонных подпорных стен.

К чему все это может привести? Электронные машины, обладая гигантскими скоростями, неумолимой логикой, большой памятью, не заменят ли они гения изобретателя?

Как говорил упоминавшийся уже Энгельмейер, «если бы умозаключения гения поддавались бы логическим правилам методического мышления, то по такой же логике мы решали бы всякие вопросы простым упражнением в силлогизмах, и то, что называется изобретением, перестало бы существовать».

Все дело в том, что умозаключения гения не поддаются простому логическому препарированию. Все дело в том, что не существует всеобщего алгоритма — универсального правила для решения любых задач — везде, в том числе и в изобретательстве. Поэтому создать гениальный изобретательский автомат невозможно.

Как же так, машины могут изобретать, но создать изобретательский автомат невозможно? Здесь нет никакого противоречия. Пастер говорил, что иллюзии у исследователя служат одним из элементов его могущества: предвзятые идеи являются для него руководительницами. Нет иллюзий у машин, не овладевают ими предвзятые идеи. Нет у машины ни общественных желаний, ни общественных потребностей. Поэтому снова «воздадим человеку человеческое, а машинам — машинное».

Машина похоронит, вероятно, метод, которым пользовался Эдисон, когда искал подходящий материал для волоска электрической лампы и изобретал щелочной аккумулятор — восемь тысяч экспериментов в первом случае и пятьдесят тысяч во втором! Но сможет ли она творчески, без подсказки человека определить динамику общего развития науки и техники и обнаружить решающую в той или иной ситуации проблему? Короче, машина — та же палка-рычаг, которая помогает сдвинуть камень, но не та личность, которая решила этот камень сдвинуть.

Каково же взаимоотношение кибернетики и изобретательства? Дело идет, вероятно, к тому, что на отдельных уровнях изобретательства и в отдельных его видах на смену «кустарному» изобретательству придет изобретательская индустрия. Если бы кто-нибудь сумел выразить в соизмеримых величинах затраченную энергию и сделанное за какой-то срок какое-то техническое изобретение, выяснилось бы, что труд изобретателя самый непроизводительный из всех.

Методика в определенных видах изобретательства благодаря заранее разработанным и строго направленным программам и применению ЭВМ резко повысила КПД изобретательского труда. Поиск изобретателя пойдет совсем по другой форме: вместо «конечный результат может быть» — «конечный результат есть!»

Мы привыкли уже к странному сначала сочетанию слов: ученый плюс электронный мозг — кибернетический эксперимент. Мы привыкнем и к словам: изобретатель плюс электронный мозг — кибернетическое изобретение! Величайшее из всех человеческих изобретений изобретение искусства изобретать обогатится и искусством кибернетики.

### **ТАК ЛИ ЛЕГКО НАЖИМАТЬ КНОПКИ...**

Когда в прокатном цехе будапештского комбината имени Ленина началась коренная реконструкция, прокатчики думали: приходит золотой век, сиди себе за пультом и нажимай кнопки. И вот пришло время нажимать кнопки, а золотой век не наступил. Все оказалось куда сложнее. За девяносто секунд оператору пульта должен выполнить восемьдесят шесть операций. Такая нервная нагрузка для многих была не под

силу. К новой работе пригодными оказались только двадцать два из ста тридцати пяти прокатчиков.

Техника внесла колоссальные изменения в изначальный характер труда: теперь человек в основном воздействует на предмет труда, но не напрямую, а через машины и механизмы. Вместо прямого физического воздействия — управление. Кибернетика считает: «Любое управление начинается со сбора информации о ходе того или иного процесса. Эта информация преобразуется в удобный для передачи по каналам связи вид и поступает в управляющий орган (например, человеческий мозг или автомат). Используя определенные правила и возможности, управляющий орган перерабатывает полученную информацию в соответствии с поставленными задачами и целями. Таким образом, вырабатывается команда управления, которая передается в исполнительные механизмы или органы».

Значит, человек стал управлять, механизмы исполнять. Это с одной стороны. С другой — машина человеку предъявляет новые требования. Избавив его от физических, подчас очень тяжелых нагрузок, автоматы требуют внимательности, сообразительности, быстроты реакций. Вот почему не все прокатчики на будапештском комбинате сумели нажимать на кнопки. Выходит, что нажатие кнопок — проблема? Да, и серьезная. Серьезная настолько, что специальная наука занимается ею — инженерная психология. Она своеобразный, весьма деликатный союз технических и психологических наук.

Как дисциплина техническая, инженерная психология изучает машины, устройства, механизмы, приборы. Но с определенным уклоном: какие требования предъявляют машины, устройства, механизмы, приборы к психическим свойствам человека. Как дисциплина психологическая, она призвана изучать и совершенствовать процесс взаимодействия человека и созданной им техники.

Если вас спросить, почему так повелось, что микроэлектроника — признанная женская отрасль? Я предполагаю, что ответы будут приблизительно одного плана: женщины усидчивее, терпеливее, внимательнее, добавят, пожалуй, и заботливее. Спору нет, это так. И все-таки главная причина в другом: из-за высокой чувствительности пальцев женщинам легче удаётся собирать схемы из деталей, едва заметных для глаз. И чувствительность

эта в результате работы совершенствуется. Ее даже можно замерить специальным прибором.

Это и многое другое изучает инженерная психология. Обширный круг ее интересов можно разделить на две категории: «пропускная способность» человека и его место в системе «человек — машина».

Оказывается, «емкость» человека как канала информации, канала передачи сигналов небеспрельдна. Существует порог, через который человеку не перешагнуть. Он не может реагировать на звук быстрее, чем в пределах 120—182 миллисекунды; на изменения температуры — 150—240 миллисекунд, на боль — 400—1000 миллисекунд, на зрительные раздражения — 150—225 миллисекунд. Это строгие, объективные данные. Правда, когда ученые стали изучать человека с точки зрения его профессиональной подготовленности, опыта и навыков, то выяснилось, что эти вполне объективные показатели требуют в ряде случаев корректировки.

Опытные шлифовальщики различают просветы в 0,6 микрометра, а обычно человек не способен уловить просвет тоньше 10 микрометров. Текстильщики отличают до ста оттенков черного цвета, а сталевары — широчайший спектр оттенков красного, до нескольких сотен. Художники способны заметить разницу в пропорциях двух предметов, если она даже не превышает и 0,006 их величины.

Результаты инженерно-психологических исследований человеческих возможностей — это научный фундамент организации труда, создания новой техники и технологии.

Советские психологи обнаружили одну из важных и интересных закономерностей: время поиска определяет не только объем информации, но и число «шагов поиска» — количество зрительных фиксаций, остановок глаза. Очевидно, что конструкторы должны это учитывать в своей работе, добиваться, чтобы при одинаковом объеме информации глаз оператора делал меньше остановок, меньше шагов поиска. Инженерные психологи прямо говорят: рациональная, исполненная в соответствии с тем, как работает зрительная система человека, компоновка информационных сигналов на пульте управления имеет не меньшее значение, чем композиция на картине художника. И там и здесь хорошая композиция помогает лучшему восприятию.

На протяжении десятков лет существования инженерной психологии уже накоплен целый арсенал научных методов и средств исследований. Но, пожалуй, самые совершенные и действенные разработаны в последние годы.

Во многих запутанных проблемах ученые разбираются с помощью особых моделей. Очень интересны модели человека-оператора. Именно с их помощью установили, как реагирует реальный, живой оператор у пульта машины на различные сигналы и команды, которые он получает, как влияют на работу навыки человека, его память, характер, даже мотивы деятельности.

Сотрудники лаборатории психологии труда в Киеве разработали особый «телевизор мозга». Этот прибор регистрирует слабые электросигналы, проходящие по нервным клеткам. Он позволяет определять степень психологической нагрузки, которую испытывает оператор в процессе труда — будь то шофер, машинист электровоза и т. д. Было обнаружено, например, что оператор очень перегружает участок мозга, ответственный за переработку зрительной информации. Тогда усовершенствовали пульт, кроме зрительных сигналов ввели еще сигналы слуховые и осязательные. Теперь не только мелькание разноцветных глазков, но и звук и запоминающаяся конфигурация рычажков, кнопок, рукояток помогают оператору управлять агрегатом или машиной.

У инженерной психологии есть и еще одно очень важное поле деятельности: определить и развить профессиональные способности человека, подтянуть их до растущих требований техники. Например, при исследовании с этой целью испытуемому предлагают несколько возрастающих по сложности задач. Затем с помощью специальных приборов ученые определяют то, что они называют «коэффициентом прогресса», или «способностью развить свои способности». Это очень действенный метод. Он помогает установить, каждый ли человек может работать там, где требуется точная реакция, выдержка, сообразительность, хладнокровие, умение быстро ориентироваться при резком изменении обстановки.

Есть люди разного типа. Одни — «горячие головы» — полностью раскрывают свои способности, когда от них требуется неожиданность решений, быстрота

действий, когда их подхлестывает опасность. У других в такой обстановке буквально опускаются руки: они не могут работать, если знают, что «времени в обрез», если мешают разные шумы, что-то отвлекает внимание. В такой обстановке они быстро утомляются, устают, забывают привычные операции. Но если им поручить наблюдение или работу, связанную с длительным отсутствием информации (ту, с которой не справляются «горячие головы»), они становятся незаменимыми.

Новое интересное и важное направление позволит найти пути ускоренного развития профессиональных способностей. Навыки высокого мастерства придут к человеку не к концу его трудовой деятельности, а тогда, когда он еще в расцвете сил и здоровья. Взять, к примеру, так называемый технический слух. Известно, что опытные мотористы улавливают даже трехпроцентное отклонение числа оборотов двигателя от нормального. Сотрудникам лаборатории психологии труда Академии педагогических наук СССР после тщательных исследований особенностей технического слуха удалось разработать методы ускоренного обучения.

Или вот еще проблема. Ее поставили перед инженерными психологами ЭВМ. Компьютеризация (термин родился на Западе) породила новые нагрузки на психику, особенно на психику людей, не очень посвященных во все тонкости дела, с опаской и даже страхом относящихся к электронным чудушам.

Человек у ЭВМ, что рабочий у конвейера. Единственная разница: рабочий может увидеть в конце концов, что получилось — машина или вещь. А тот, кто находится у ЭВМ, может и не подозревать, что она делает. Перед его глазами вроде ничего не происходит, происходит что-то там, внутри машины, действуют там какие-то неведомые силы. Можно и не знать задачи, решаемой машиной. Можно и не ведать конечной цели вычислений на ЭВМ. А работа «втемную» — тяжелое психологическое напряжение.

В последнее время выяснилось, что к вопросам, о которых идет речь в этом очерке, есть два фундаментальных подхода: «механоцентрический» (или, говоря просто, машинный) и «антропоцентрический» — от человека. Естественно, второй подход и здесь потребовал отдать человеку человеческое, а машине — машинное. И, конечно, поставив на первый план человека, при-



шлось главное внимание уделить общепсихологическим идеям.

Следует заметить: в начале развития инженерной психологии все было несколько иначе. Рассматривались лишь энергетические проблемы работающего человека. Ставилась задача более рационального, научно обоснованного использования человеческой энергии в процессе труда. Теперь изучается и роль окружающей среды, и взаимодействие различных сложных систем, вплоть до климатических условий и биологических ритмов природы.

Другими словами, наука расширила свои границы, стала иной. Теперь изучаются возможности человека с точки зрения психологических, физиологических и социально-экономических критериев. Изучаются проблемы оптимизации системы взаимодействия человека с машиной и рабочей средой в трудовом процессе. Короче, все части системы приспосабливаются к Его Величеству Человеку. Еще короче: изучается система «человек — машина — среда».

Совсем коротко — эргономика.

Видите, как попытка ответить на вопрос «Так ли легко нажимать кнопки?» привела к необходимости обрисовать контуры новой науки. Ее значение по мере развития техники, усложнения мира машин, широкого внедрения в производство автоматов увеличивается. Несомненно, что в системе «человек — лопата», человек ведет себя не так, как в системе «человек — экскаватор», а в системе «человек — вычислительная машина» мыслит иначе, чем в системе «человек — счеты».

### С РАЗНЫХ ТОЧЕК ЗРЕНИЯ...

**Писатель.** Нам дана жизнь с неперменным условием храбро защищать ее до последнего вздоха... Ради этого, ради победы человека над силами природы, ради его здоровья и долголетия, ради великолепного счастья жить на земле стоит потрудиться...

**Врач.** В чем состоит главная, центральная задача медицины? Если ее формулировать в весьма общем виде, то она состоит в том, чтобы защитить человека от разнообразных болезнетворных влияний внешней среды, сохранить на определенном уровне наиболее важные

показатели организма, обеспечивающие его нормальную жизнедеятельность.

**Математик.** Для математика медицина представляет собой рог изобилия нерешенных проблем. Главное преимущество математического подхода к решению различных задач состоит в том, что методы анализа, разработанные применительно к отдельным вопросам в одной какой-то области науки, можно с успехом использовать в любой другой области, где есть аналогичные функциональные зависимости.

Например, химиотерапию математик рассматривает как определенного рода задачу. Такие задачи возникают в связи с численной обработкой математической модели химиотерапии. Основная идея модели состоит в том, что организм рассматривается как обычная система с вводом — выводом и к ней применяются некоторые общеизвестные положения математической экономики.

**Физик.** Мы в живом организме нащупали биотоки. Ведь живые клетки в грубом приближении можно рассматривать как электрические генераторы. Они дают слабые электрические сигналы. Все: биение сердца, дыхание, сокращение мышц, желудка, почек — расписалось на длинных лентах электрорегистрирующих приборов. Оставил здесь свое факсимиле и мозг. Электрические заряды выдали его, что называется, с головой. Так получают визитные карточки многих болезней. Смотрите, что уже дала физика медицине. Электронный микроскоп, рентген, токи высокой и низкой частоты, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, спектрографию, радиоэлектронику, телевидение, вычислительные машины и автоматические системы управления. Самое новое, самое последнее тут же поступает на вооружение медицины — аэрозоли (заряженные частицы лекарственных веществ), радиоактивные изотопы, ультразвук, лазеры, криогенная аппаратура, оптические волокна, «компьютерная томография», искусственные имитаторы процессов, протекающих в человеческом организме...

**Писатель.** Иногда кажется, зачем так много приборов, к чему такая технизация. Даже сочетание рентгеноаппарата с телевизором кажется излишеством: разве мало одного экрана? На рентгеновском экране перед врачом разыгрывается театр теней. И нередко действие приобретает трагический оттенок. Крайне важно разоб-

ратся во всех перипетиях драмы. Но сюжет не ясен. Мир рентгеновских теней — это мир расплывчатых границ и неярких контрастов, и бывает, что рентгенолог все готов отдать за то, чтоб хоть как-нибудь повысить власть над тенью.

**Врач.** Власть над тенью... Власть над незнанием... Это можно трактовать шире. Медицину можно трактовать как управление больным организмом с целью восстановления нормы. Получается вполне кибернетическая задача — «наука об управлении и связи...». Сейчас это немножко не вяжется — управление машинами и лечение больного. В технике — точность, расчет. А врачи действуют очень приблизительно. И тем не менее большинство больных выздоравливает. Может быть, и не нужно точнее?.. Конечно, можно и так. Но только до определенных пределов. Если регулирующие системы значительно пострадали от болезни, то вылечить можно только точным воздействием и всегда многообразным. Вот тут врач пасует, он не имеет аппарата точности ни в оценке состояния органов и систем, ни в воздействии на них. Для этого нужна кибернетика.

**Математик.** Во многих процессах биологического регулирования нужны приборы, с помощью которых можно было бы принимать решение при самых разных условиях неопределенности в отношении подлежащих регулированию физических процессов. Эти условия охватывают весь интервал, включая крайние случаи полного знания и полного незнания. Математик может показать, как метод последовательного принятия решений, использующий логический анализ выделения возможных диагнозов, применить при нахождении их вероятности и выбрать метод лечения. Основная цель диагноза — это, безусловно, назначение соответствующего лечения. Однако мы часто располагаем несколькими возможными методами лечения. И выбор одного из них может происходить в различных условиях: в бесспорной ситуации, в условиях риска, в условиях неопределенности. Во многих случаях, когда точный диагноз не установлен, последовательность циклов «диагноз — лечение» можно выбрать методами динамического программирования. Если пытаться использовать все эти рекомендации на практике, то почти неизбежным окажется применение быстродействующих вычислительных устройств.

**Писатель.** В деятельности врача, как и писателя, можно различить рутинную последовательную работу и кульминационный момент прозрения, когда клиницисту вдруг открывается спасительный выход, а романисту — костяк будущей книги. Эдисон говорил, что всякое изобретение возникает из 99 процентов транспирации (или потения) и одного процента инспирации (или вдохновения). Со временем машины смогут брать на себя все большую долю первых 99 процентов. Но не станет ли когда-нибудь уделом машины и оставшийся один процент? Потеряют ли нюх и глаз гения свое значение?

**Врач.** Как ответить? Тоже процентами? Лучшие результаты, например в онкологии, получены пока по диагностике рака молочной железы. На контроль машине было дано 257 больных. Примерно у половины из них был рак, у остальных — доброкачественные заболевания. В клинике для этих больных правильный диагноз поставили в 78 процентах случаев, в 5 процентах случаев была ошибка, а в остальных диагноз оставался неясным. Машина поставила правильный диагноз более чем в 97 процентах случаев и менее чем в 3 процентах ошиблась. В другой программе машине разрешалось отвечать не только «да» и «нет», но и «не знаю». Машина дала более 90 процентов правильных ответов, только 0,7 процента — ошибки, а в остальных случаях ответила «не знаю». Это означало необходимость дополнительных исследований. Другой пример. Молодого человека, страдавшего пороком сердца, тщательно обследовали, даже произвели зондирование сердца. И все же консилиум высококвалифицированных специалистов разошелся во мнениях. Одни утверждали, что надо вскрыть желудочек, другие просто сомневались в диагнозе и предлагали повторить зондирование сердца, процедуру, мягко говоря, мало приятную. А машина дала ответ: «Сужение легочной артерии, дефект перегородки между предсердиями». На операции вскрыли предсердие, а не желудочек... Машина оказалась права... Машина вступила в спор с человеком! Для распознавания врожденных пороков сердца «машинная диагностика» внедрена настолько, что теперь в некоторых клиниках ни один больной не направляется на операцию без предварительной «консультации у машины».

**Математик.** Использование вычислительных устройств

ни в коей мере не означает передачу этим устройствам функции врача. Наоборот, роль врача становится еще труднее. Ему придется быть еще более образованным. Помимо своих профессиональных знаний, врачу придется овладеть многими новыми методами. Однако целью этих дополнительных усилий можно добиться выигрыша в точности диагноза и эффективности лечения.

Что касается схемы вычислительных устройств, обслуживающих органы здравоохранения, то она представляется такой. Каждая вычислительная машина обслуживает отдельных врачей и лечебные учреждения определенного района, получая, обрабатывая и передавая информацию. Все эти машины связаны со специальным вычислительным центром, который собирает данные, нужные для исследовательских и других целей. Не отдельные диагностические машины, а диагностические центры, не отдельные диагностические центры, а целые медицинские системы или сети. Такого рода сети, значительно более сложные, чем предлагаемая, используются для противовоздушной обороны и метеослужбы.

Уже сегодня руководство целой клиникой поручают электронному устройству. В больнице, где ежегодно медицинской помощи получают около тридцати тысяч человек, электронная вычислительная машина с максимальной точностью и быстротой выполняет задания медицинского и административного характера. Машина обрабатывает всю информацию, поступающую из различных лабораторий, отделов, операционных, палат, аптеки, кухни, бухгалтерии. В любое время о каждом больном можно получить у машины исчерпывающие сведения. На каждого пациента с момента поступления его в клинику заводится ежедневно регистрируемая электронная история болезни.

**Инженер.** Все эти замыслы и теоретические разработки осуществлять должны инженеры. Инженеры превращают в биомедицинскую технологию все, что имеет техника, и все, что дает наука. Весьма своеобразная задача! Рука об руку должны работать врач, математик, физик, инженер. Появилась теперь специальность «врач-инженер». Трудно сказать, что он должен знать и что должен уметь — так обширен круг его забот. Например, в хирургической операционной сегодня применяется и «малая механизация» и «большая автома-

тизация». Современная операционная катастрофически перегружена приборами. Может быть, это очень впечатляющая картина — электроника, ведущая борьбу за человеческую жизнь. Но факт остается фактом, хирург и его ассистенты задыхаются от обилия аппаратуры, от невозможности обобщить множество разнородных сведений. Надо собрать всю аппаратуру в единый комбайн, который автоматически обрабатывал бы информацию и в зависимости от состояния больного включал в нужную минуту «аварийно-спасательную службу»: искусственное дыхание, кровообращение и т. д. Теоретическая «прозрачность» электроники помогает это сделать. Электроника становится в руках «врача-инженера» точным и необходимым инструментом.

**Врач.** Подведем итоги. В современной медицине можно выделить три основные тенденции. Во-первых, идет разделение медицины на все большее число специальностей, бурное развитие ее отдельных областей. Затем в связи с новыми открытиями в области физики, химии, биологии создаются новые специальности, ведутся интенсивные научные исследования. И наконец, происходит все большая технизация медицины, введение все большего числа различных технических новшеств.

Но что бы ни делали инженер, химик, физик, биолог, математик — все они помощники медиков. Надо помнить, что даже самые гениальные из них не должны работать для врача, но только вместе с врачом. И если сегодня хирург в свободное время не только играет на скрипке, тренируя пальцы, но и занимается радиолюбительством, то это для того, чтобы еще лучше помочь больному. Если даже завтра врач в рецепте вместо латинских названий лекарств будет писать слова, взятые из языка инженеров: «вольтаж», «частота», «напряжение», все равно это будет рецепт врача. Врач будет лечить, а все будут ему помогать. Врач останется врачом, медицина — медициной.

**Примечание.** В основу разговора Врача, Математика, Физика, Инженера и Писателя положены мысли, взгляды, высказывания, предложения: Н. Амосова, академика АН УССР, лауреата Ленинской премии; П. Анохина, академика, лауреата Ленинской премии; В. Ахутина, кандидата технических наук; А. Бакулева, академика, лауреата Ленинской премии; Р. Беллмана, корпорация РЭНД (США); А. Берга, академика; Н. Бло-

хина, академика, президента Академии медицинских наук СССР; С. Боткина, врача; М. Быховского, доктора технических наук; А. Вишневского, профессора, лауреата Ленинской премии; В. Городиловой, профессора; Максима Горького; Э. Джавадяна, доктора медицинских наук; Чарлза Дикенса; Р. Калабы, корпорация РЭНД (США); Р. Каминира, инженера; П. Кунина, кандидата физико-математических наук; Л. Ластеда, Рочестерская медицинская школа (США); Р. Ледли, Национальный биомедицинский центр (США); А. Моору, писателя (Франция); А. Нудельмана, доктора технических наук; В. Орлова, писателя; И. Тагера, профессора; Труссо, врача (Франция).

### СТАРОСТЬ И КИБЕРНЕТИКА — ФАУСТ И МЕФИСТОФЕЛЬ?

#### **О продолжительности жизни**

Самая замечательная, как и самая старая, проблема — это проблема сохранения здоровья человека, prolongation его жизни. От древней медицины до наших дней люди всегда пытались все самое лучшее, самое новое поставить на борьбу за долголетие. Еще совсем недавно медицина пользовалась услугами наук «осязаемых» — биологии и химии, а сегодня в борьбу за prolongation жизни человека включились и науки абстрактные — математики и кибернетики. Какие это открывает перспективы в преодолении старости?

Средняя продолжительность жизни первобытного человека была не более 19—21 года. В Древнем Риме она составляла около 24 лет, При феодализме возросла до 31 года. В 1926 году в России она достигла 44,3 года, а в 1959 году — уже больше 68. Сегодняшние 70 лет обещают нам завтра 100, а потом...

Чтобы сказать, как все будет потом, надо обратиться к анализу проблемы.

Существуют два понятия продолжительности жизни: потенциальная и средняя. Потенциальная — это значит максимальная продолжительность. Разные специалисты оценивают ее по-разному. Называют и 112 лет, и 124 года.

Некий Жан Герель вступил во французскую армию в XVII веке, а вышел в отставку в XIX. Родился он в Дижоне в 1684 году. Вступил в армию 16 лет. В 1777 го-

ду король Людовик XIV пожаловал ему, девяностотрехлетнему, чин капитана. В 1802-м Наполеон уволил его в отставку — в возрасте 118 лет. Умер Герель в 1807 году, прожив 123 года.

Но известно, люди жили и до 156 лет, как турок Заро Ага, и до 186, как венгр Залтан Петраж. И хотя говорят, что эти случаи трудно поддаются проверке, одно несомненно: поразительные рекорды долголетия существуют, и их немало. Не случайно академик А. Богомолец считал естественной возрастной границей человеческой жизни 150—160 лет. Тому примеры долголетия наших современников. Мухамед Аюбу из Ирана утверждал, что он — старейший из живых. Он родился в 1790 году. В 1970 году ему перевалило за 180 лет. Если память Аюбу не изменяла, он в последний раз женился в возрасте 160 лет. У него 170 внуков и внучек. Удивил мир и другой иранец — Бакш Али Сабзи. В 140 лет он женился на тридцатилетней. Старшему его сыну 87 лет, а младшему в это время был... один месяц!

Жителю нашей страны Меджиду Агаеву 2 февраля 1977 года исполнилось 140 лет — один и тот же человек современник и Пушкина, и Гагарина! А если его прапраправнучка проживет столько же, то она будет жить в трех столетиях — в XX, XXI и в XXII!

Своеобразный юбилей отпраздновали в Люксембурге три сестры: Жюли, Мария и Леони Кирш. Им всем вместе исполнился 281 год. Старшей — 96 лет, средней — 94, младшей — 91 год.

В Эквадоре есть целая деревня столетних жителей. В общей сложности им 1573 года.

Но подлинная столица долгожителей у нас в стране, в Нагорном Карабахе. В сравнительно небольшом крае Азербайджана 185 жителям перевалило за сто лет!

Как правило, долгожители ведут активный образ жизни, работают, имеют детей. И среди них есть своеобразные рекордсмены. Чифу Ньери из Кении 107 лет. У него 111 детей и 4000 внуков. Его соотечественник Акуку-Освела имеет 105 детей.

Великий музыкант Пабло Казальс в день празднования своего 93-летия приглашал вместе с 30-летней женой к торжественному столу 150 гостей. На вопрос,



не утомили ли его гости, он воскликнул: «Утомили? Я тот же, что и 50 лет назад!»

Срок жизни — одна из притягательных тайн. Ключи к ней хотел бы иметь каждый. Подобно наполеоновскому солдату, носившему в своем ранце маршальский жезл, всякий в глубине своей души питает надежду отличиться по части долголетия, писал Фино в «Философии долговечия».

По части долголетия, между прочим, заметно отличились пчелы: из одинаковых яиц выводятся рабочая пчела, живущая летом 6 недель, зимой — 7 месяцев, а матка способна прожить 6—7 лет. В переводе на другие — человеческие — мерки это 50 и 2500 лет!

Конечно, каждого интересуют не рекорды долголетия вообще, а средняя продолжительность жизни человека; в эту категорию попасть легче, чем в ту, которая объединяет проживших максимально долгую жизнь. К тому же средняя продолжительность жизни все время увеличивается, а максимальная, вероятно, останется еще очень долго на одном уровне.

Средняя продолжительность жизни каждого из нас — это, как говорят ученые, «среднее число лет, проживаемое всеми особями, родившимися в данное время в данной местности». А проще, это вероятная продолжительность жизни в момент рождения.

Первая научная кривая средней продолжительности жизни была составлена в XVII веке. По этой кривой она равнялась 33,5 года.

С 70-х годов прошлого столетия собирали точные сведения о смертности в Европе. С 1871 по 1881 год люди в среднем жили 37 лет. С 1924 по 1926-й — 57,4 года. С 1949 по 1951 год — 66,5 года. Темп повышения — в каждое десятилетие сначала на 0,4 года, а затем, примерно с 1890 года, — резкий скачок.

В России средняя продолжительность жизни, которая в 1913 году равнялась 32 годам, за годы Советской власти увеличилась вдвое. Теперь почти каждая советская мать может рассчитывать на то, что ее ребенок проживет до 70 лет.

Но средняя продолжительность жизни потому и называется средней, что за усреднением скрывается множество вариаций. Хотя люди за время, прошедшее с начала нашего столетия, и отвоевали у смерти двадцать с лишним лет, но эти годы отданы не всем поровну.

Больше всего взяли себе женщины. В 1958 году пятидесятилетняя женщина занимала на возрастной лестнице такую же ступень, которая в 1900 году принадлежала тридцатилетней, а в 1850-м — двадцативосьмилетней.

Цифры — вещь утомительная. Но трудно удержаться от того, чтобы не привести еще две. В США родившиеся сейчас девочки проживут, вероятно, 73 года, а мальчики, увы, лишь 67 лет.

Как это и ни парадоксально, но в технически оснащенных странах, где сильно развита промышленность и много больших городов, много стариков: здесь постарение населения — одна из характерных черт. Посудите сами. Вот процент лиц старше 60 лет в разных странах: Индия — 3,4; Мексика — 5,6; Япония — 7,8; Франция — 16,2. И эта тенденция все более и более заметна.

У нас при средней продолжительности жизни около 70,5 года людей старшего возраста (80 лет и старше) было недавно около 3 миллионов. В том числе 0,3 миллиона — 90 лет и старше и около 20 тысяч — 100 лет и старше.

Итак, человек стал жить дольше. Человек прибавил годы к своей жизни. А как сделать так, чтобы добавить жизни к годам? Чтобы в 60, 70, 80 лет быть не просто «средней продолжительностью жизни», а деятельным, работоспособным человеком?

Не мы первые задаем этот вопрос. Пожалуй, ни одна область науки не имеет столько гипотез, сколько их в геронтологии и гериатрии. Когда говорят «старость», то не думают, что с этим связана проблема, которой занимаются целые две науки.

Старостью ведаёт геронтология — наука об увядании организма, насчитывающая тысячелетия. Теперь рядом с ней встала гериатрия — новая отрасль современной медицины. Изучение, профилактика и врачевание болезней старческого возраста — вот ее задачи.

Казалось бы, старость — это такое состояние организма, которое всем известно и не требует особых пояснений: организм стареет и приходит старость.

В энциклопедии написано: «Старение — закономерный наступающий процесс, следствие непрерывных биологических изменений, составляющих процесс жизни».

Когда наступает старость? Геронтологи считают

средним возраст человека 45—59 лет, пожилым — 60—74 года и только потом начинается старческий возраст — 75 и далее. Те, кому за 90,— долгожители.

Не вдаваясь в подробности, стоит заметить, что максимум мышечной силы приходится у человека на возраст 20—30 лет, затем начинается постепенный спад. И функция размножения характеризуется максимумом на этот период, и половая активность в этом возрасте максимальная, а затем линейно снижается к 75 годам.

В наш век развития интеллекта, конечно, каждого интересует, как к старости обстоит дело с умственной работоспособностью? Установлено, что возрастные изменения обмена веществ в мозге приводят постепенно к ее снижению. Правда, память на непосредственно воспринимаемые объекты не очень страдает. А вот логическая — больше, ассоциативная — еще больше. Особенно быстро — после 45 лет.

Любопытно, как изменяется способность к рассуждениям. Если принять ее в 20 лет за 100 единиц, то через 30 лет у вас будет всего 80, а через 40 лет — лишь 75!

Для литераторов представляет интерес способность накапливать словарный запас. Природа здесь подготовила сюрприз. «Способность накапливать словарный запас сохраняется значительно дольше, а у людей высокого интеллекта она даже может продолжать развиваться», — заявляют ученые.

Надо признаться, что общий итог не утешительный: рано мы начинаем стареть, рано начинаем терять многие из функций, необходимых для полной, умной жизни. Ведь только подумать, в самые, казалось бы, мудрые годы, с 41 до 71, работоспособность снижается на пятьдесят процентов.

**Двести гипотез**      Пожалуй, нет проблемы более протяженной во времени, чем проблема старости. Ею занимались все: и врачи, и алхимики, и жрецы, и маги. Литература по геронтологии и гериатрии достигает сорока тысяч названий. Сейчас существует более двухсот гипотез о механизмах старения. Наличие такого количества гипотез ясно говорит, что вопрос этот далеко не ясен.

С каких только позиций не штурмовали старость!

Ученые видели причины старости в нарушениях кро-

вообращения, перерождении половых желез, изменении соединительной ткани.

А. Вейсман, теоретически обосновавший необходимость смерти, считал, что человек стареет потому, что организм теряет способность обновлять клетки.

Долго господствовала интоксикационная теория И. Мечникова, изложенная им в «Этюдах оптимизма». Он указал на большой вред для организма отравления продуктами обмена веществ и продуктами обмена веществ бактерий в толстом кишечнике.

Были и люди более решительные, которые не строили теорий, а прибегали к практическим мерам. В 1889 году Ш. Э. Броун-Секар провел на себе опыты по омоложению инъекцией свежей вытяжки из семенников собак и кроликов. Австриец Э. Штейнах применил хирургический метод: рассекал и перевязывал у пациентов особые выводящие канальца, думая этим стимулировать выработку интерстициальных клеток. Много шуму наделала проведенная в Париже в 1912 году пересадка семенных желез человекообразных обезьян и молодых людей старикам.

Вообще XX век в попытках омоложения очень богат поисками. Омоложение проводили с помощью щитовидной железы, потом гипофиза, потом комплексом: гипофиз, надпочечник, щитовидная железа. Академик Богомолец установил активную роль соединительной ткани в регуляции обменных процессов, в защите от микробов и создал сыворотку — экстракт селезенки и костного мозга, взятых у молодых людей.

Для лечения старости предлагали гормоны, витамины, вытяжки из тканей, новокаин, НРВ — нефтяное ростовое вещество, «живую воду» — снеговую, талую, якобы чудодейственное лекарство «ТНХ», экстракт тимуса — зубной (вилочковой) железы, «ДГЭА», дегидроэпиандростерон, который будто бы замедляет старение.

Думали, радикально поможет длительное голодание: будто «мы сгораем в пламени жиров». Действительно, на протекание химических процессов в нашем организме решающее воздействие оказывают состав и характер пищи. Она влияет на сон, инстинкты, аппетит, различные особенности поведения.

Предлагали и горный воздух (всем известно, что долгожителей в горах больше, нежели на равнине); кислородную терапию (в надежде, что кислород, из-

менив «химию мозга», помешает атеросклеротическим сужениям кровеносных сосудов); природный источник здоровья и омоложения — пыльцу растений (думая, что она увеличит в организме содержание так ему необходимых витаминов, аминокислот, микро- и макроэлементов, важных для обмена веществ).

А когда стали детально изучать нервную систему, подумали, не в ней ли ключ к продлению молодости?

Пытались использовать новейшее средство — усиленные биотоки. На Украине создали биоэлектростимулятор, который, думали, даст возможность управлять функционированием отдельных нервно-мышечных систем и органов человека. Авторы метода и аппаратуры считают, что у биоэлектростимулятора большое будущее. Он сможет управлять и биохимическими реакциями, навязывая стареющему организму обмен веществ молодого человека.

Пытались воздействовать на стареющий организм искусственным сном. Главным образом на кору головного мозга, стараясь устранить симптомы дряхлости. Ведь известно, что во время сна активно идут восстановительные процессы. Поэтому специалисты возлагали большие надежды на сон как на мощное средство для задержания преждевременной старости.

Высказывались предположения, что понижением температуры тела можно замедлить старение организма. Понижение на один-два градуса дало бы увеличение продолжительности жизни до двухсот лет, а при температуре тела 33 градуса и до семисот лет!

Многие гипотезы омоложения отправились одна за другой на полку истории медицины. Но на смену старым приходили новые...

Задумывались над тем, нельзя ли «приостановить» старение в условиях космоса, используя невесомость и другие необычные для организма условия.

Пытаются к проблеме старения и омоложения подступиться с позиции физики — с точки зрения термодинамики необратимых процессов, рассматривая общие особенности механизма роста и старения организмов.

Одной из причин старения считают замедление белкового синтеза. С возрастом в тканях органов уменьшается содержание нуклеиновых кислот, которые заведуют в клетках белковым синтезом. Каждая ткань, каждая клетка живого организма непрерывно обнов-

ляется. Процесс самообновления — это постоянное восстановление полноценного белка. При старении способность к самообновлению понижается. Но в организм можно ввести вещества, способные воспрепятствовать вредным процессам. Такие вещества создаются.

Ученые ведут усиленные поиски в нашем организме зловещего «гормона смерти». Если его найдут, то это будет первым шагом к созданию лекарства долголетия. Исследователи утверждают, что если бы им удалось воспроизвести иммунологические способности на уровне десятилетнего возраста, то есть самого здорового периода человеческой жизни, то продолжительность ее возросла бы до двухсот, трехсот и даже четырехсот лет!

Но где он, легендарный, мифический, а может быть, просто фантастический «эликсир молодости»? Специалисты в области разработки биологических средств увеличения продолжительности жизни говорят: есть, или, во всяком случае, будет.

Сроки наступления старости наследственно закреплены в организме и могут быть изменены воздействием на генетический аппарат. Мысль о «запрограммированном» старении клеток подтверждается как будто экспериментально. Значит, старение организма связано с работой у человека «генетических часов», которые задают определенную программу жизни от «а» до «я». Вероятно, достаточно найти ключ для регулировки «биологических часов» и... можно замедлить осуществление биологической программы старения.

Вероятно, старение нельзя объяснить какой-то одной причиной. А всех мы пока не знаем. Вот почему оно представляет собой во многом еще неясную и все еще неподвластную нам область. Мы — ах, как жаль! — не можем отразить гамлетовских «тысячи ударов, что поражают нашу плоть».

Но одно мы знаем твердо: чтобы продлить жизнь, необходимо ее не укорачивать. А как это сделать? Здесь на помощь нам пришла природа, подарив долгожителей. Долгожители, говоря кибернетическим языком, своего рода естественная модель физиологической старости. Изучение ее показало — мечты о старости без дряхлости осуществимы.

Мои годы — мои союзники в спорах о секретах долголетия, говорил Махмуд Эйвазов, проживший с 1808 по 1960 год — 152 года. А секреты его, как он сам

считает, кроются в пяти условиях жизни: закаленное тело, здоровые нервы и хороший характер, правильное питание, климат, ежедневный труд.

В основе всех тех условий, которые стимулируют развитие организма, лежит по-разному выраженная активность скелетных мышц. Поэтому физические нагрузки поддерживают и увеличивают рабочие возможности организма. Ученые утверждают, что физкультура, «вызывая затраты энергии в организме, а следовательно, и ее накопление, в прямом смысле продлевает молодость, а значит, и саму жизнь».

Очень важна для сохранения здоровья и долголетия правильная умственная деятельность. Мозг тоже надо нагружать, но не излишней озабоченностью, нервозностью, спешкой, суетой, а естественной планомерной работой. Необходимо заботиться о тренировке памяти, упражнять нейроны и сосуды мозга, но ни в коем случае не поглощать бездумно огромного количества информации, которая (и нужная и ненужная) буквально захлестывает каждого.

Существенное влияние на здоровье и продолжительность жизни людей оказывают психические факторы. Не случайно некоторые специалисты связывают долголетие с особенностями личностной психики, с психическим типом человека, легко приспосабливающимися к изменению обстоятельств жизни, устойчивым к стрессовым ситуациям. Считают важным для долголетия и наличие особой социально-психологической обстановки: ровной — без эксцессов — семейной жизни, благоприятной для трудовой деятельности атмосферы в коллективе, успешной хозяйственной деятельности, соответствия бытовых условий и потребностей человека, взаимопомощи в среде родных, близких, знакомых.

Долго живет не тот, кто много отдыхает, бездействует, особенно в пожилом возрасте, и ждет каких-то средств для простого увеличения продолжительности жизни, а тот, кто стремится к активному долголетию.

Жизнь современного человека заметно удлинилась за счет его всесторонней деятельности. Растет физическая и умственная работоспособность человека не только в зрелом возрасте, но и людей старших возрастов. Увеличивается их вклад в общественно полезное дело. А это залог дальнейшего продвижения на пути прибавления активной жизни к долгим годам.

В заключение я просто не имею права не привести одного свидетельства, весьма красноречиво подтверждающего все здесь сказанное.

Когда эта книга вышла первым изданием, я подарил ее своему учителю и наставнику, старейшей нашей писательнице Мариэтте Сергеевне Шагинян. Она при мне прочитала главу о старости; достала из шкафа большой том своих «Зарубежных писем» и четким, ясным, ровным, без единого дрожания в начертании букв почерком написала:

«Дорогому Виктору Давыдовичу Пекелису, чтоб показал мне эту надпись через 18 лет (надеюсь быть еще в живых по рецепту его книги о кибернетике!).

*Мариэтта Шагинян. 26.XI.1970».*

О каком возрасте идет речь, догадаться не трудно, если уже в то время ей было за 80.

Интересны мысли Шагинян о возрасте вообще и о старости в частности. Интересны вдвойне, потому что Николай Тихонов однажды сказал о Мариэтте Сергеевне: настоящий энциклопедист, в ней нуждается наша эпоха.

«В возрастных состояниях — детства, юности, зрелости, старости — самое интересное то, — говорит Шагинян, — что человек, когда он переходит в следующий возраст, чувствует себя, как будто всегда был в этом возрасте. Мне было дано чудесное чувство пребывания в молодости почти до последних лет. Я бегала, могла проходить свободно до двадцати километров за день и все, что свойственно молодости, способна была переживать».

Шагинян сформулировала великий закон освоения своего возраста: «Не надо впадать в панику, возмущаться природой. Как я раньше чувствовала, что всю жизнь была молода, так и сейчас чувствую, что всю жизнь была старая. И у этого возраста свои привлекательные стороны».

**Капитальный ремонт человека** Мог ли раньше человек предполагать такое: для него (как для машины запасные части) будут делать запасные органы?

Медицина в содружестве с другими науками дала человеку:

искусственные зубы;



искусственные суставы из металла и пластмассы, из специальных смол и капрона;  
искусственный позвоночный столб;  
искусственную нижнюю челюсть из силастика;  
искусственное бедро из синтетических материалов;  
искусственную мышцу из эластичных пластмассовых волокон;

пластинки-протезы для исправления дефектов черепа;  
танталовые и нейлоновые сетки — искусственные внутренние протезы для «починки» брюшной полости;

протезы пищевода и трахеи;  
искусственные кровеносные сосуды — тканые и вязанные из биологических инертных пластиков;

искусственные клапаны сердца;  
электрические стимуляторы сердца — водители ритма;  
синтетическую кожу, проникающую для воды и газа и совместимую с живыми тканями;

специальные клеи для скрепления поврежденных органов и тканей;

биоэлектрическую руку;

аппарат «искусственная почка», столь портативный, что его можно носить с собой;

искусственную поджелудочную железу;

искусственную печень;

роговицу из аллопласта;

хрусталик из акрилата.

Уже построено несколько действующих моделей «зрительного протеза» — электронного глаза для искусственного зрения.

Создали электронное ухо. Его отношение к настоящему — семьдесят пять процентов слышимости.

Создали (и успешно) искусственную кровь.

Не сказочные волшебники, а современные приборостроители создали для человека искусственные легкие.

И неустанному труженику — человеческому сердцу — сумели найти помощника. Если устало сердце, болит, требует починки, его отключают для ремонта. А по сосудам гонит кровь сердце искусственное, стоящее отдельно от тела.

Однако это уже сегодня не удовлетворяет медиков. Им удалось, как в песне, поставить вместо сердца «пламенный мотор». И хотя это первые опыты, они успешны. Ультрамикромотор проработал в живом организме часы и даже недели. Существует уже и «атомное» сердце.

И совсем фантастично — создание электронного протеза кратковременной памяти человека, с помощью которого можно реализовать хотя и простые, но жизненно важные программы поведения.

Многого ожидают от вторжения в мастерскую ремонта человека полимерных соединений, которые способны «вживляться» в ткань. Опыты с новыми материалами, пластичными, не препятствующими обмену веществ, работающими в контакте с живой тканью, позволяют предположить, что со временем появятся искусственные материалы для замещения живого.

Неизбежно и появление протезов, конструкции которых не имеют прототипов в живом. Создадут и биохимические — комбинированные — протезы. Специалисты представляют их себе в виде небольших капсул с концентратами гормонов и ферментов и дозирующим электронным устройством. Такой протез заменит вышедшие из строя железы внешней или внутренней секреции.

Сейчас работает аварийная служба человеческого тела. Не придет ли время и службы ремонта? Хирурги давно мечтают о дне, когда можно будет целиком извлечь из тела пациента любой орган и, если он износился, заменять другим.

Не случайно в наши дни в ходу злая шутка: «Хорошо, что бог создал человека без запасных частей. А то где бы мы их взяли?» Ведь только электронных стимуляторов сердца к 1974 году в мире было вживлено людям двести тысяч! А сколько поставлено других искусственных устройств!

Один крупный хирург как-то сказал, что когда археологи вскроют слой нашей цивилизации где-нибудь лет через двести, то они найдут тазобедренный сустав из нержавеющей стали, тефлоновый клапан сердца, протез аорты из дакрона, хрусталик из акрилата.

Другое направление в «капитальном ремонте» человека — замена больных органов здоровыми — донорскими.

Известный наш патофизиолог В. П. Демихов считает даже, что сегодня открываются перспективы полной замены всех необратимо пораженных органов здоровыми, взятыми у доноров, и что это — «одно из главных направлений поисков путей сохранения жизни человека».

Организм наш не вечен. Человек живет не дольше, чем каждый из его органов в отдельности. «Текущий»,

«средний» и «капитальный» ремонты, сделанные своевременно и искусно, намного продлят жизнь человека.

Интересно, что в одном организме могут быть органы «различного физиологического возраста». Например, у сорокалетнего сердце и печень пятидесятилетнего, мышцы — тридцатилетнего, а мозг — девяностодевятилетнего. Так, тщательное медицинское обследование внешне здоровой семнадцатилетней девушки показало, что у нее сердце пятидесятилетней, а мозг — семидесятилетней. Вероятно, замена рано состарившегося органа дала бы возможность продлить жизнь такому человеку.

В сентябре 1967 года на Всемирном конгрессе хирургов в Вене демонстрировали двух больных с пересаженной поджелудочной железой. Приводились случаи пересадки легкого, печени. А пересадка почек уже не вызывала удивления. На счету некоторых хирургов по несколько десятков таких успешных операций. Есть больные, которые живут с пересаженной почкой по многу лет.

Уже давно заменяют и отдельные части сердца. Например, человеку пересаживают клапаны сердца от свињи или овцы. И человек живет.

По сведениям международной статистики, к 1971 году в мире было сделано более пяти тысяч пересадок почек, более ста десятй пересадок печени, более двадцати пяти пересадок легких, более тридцати пересадок поджелудочной железы, одна пересадка комплекса «сердце — легкие». А к 1975 году сделали только пересадок почек девятнадцать тысяч. Живут после такой операции девять тысяч человек. Есть ветеран, оперированный почти двадцать лет назад.

Сегодня операции по пересадке органов стали просто массовыми. Еще в 1974 году хирурги прогнозировали, что к 1980 году только в США понадобится произвести около миллиона пересадок поджелудочной железы!

Естественно, что мир с затаенным дыханием следил за одним из поразительных примеров хирургического «ремонта» человека.

3 декабря 1967 года впервые в истории медицины была совершена успешная пересадка сердца человеку. Мужчина пятидесяти лет получил молодое, сильное сердце двадцатипятилетней женщины. Много дней в груди отремонтированного человека билось чужое сердце. И хотя он умер, сам факт операций — это ли не лучшая

иллюстрация ко всему сказанному о капитальном ремонте человека? Тем более что за первой операцией последовала вторая, третья, пятая, десятая... В конце 1968 года их уже насчитывалось восемьдесят шесть. Два пациента подверглись повторной операции, и у каждого из них в груди билось третье по счету сердце! Известен случай пересадки трех сердец. И человек, получивший за свою жизнь четыре сердца — три чужих, кроме родного,— жил, а может быть, и сейчас живет.

Знаменитый пациент профессора Кристиана Барнарда — Филипп Блайберг — прожил с чужим сердцем девятнадцать с половиной месяцев — 584 дня.

В 1971 году газеты сообщали, что сорок человек прожили с пересаженным сердцем больше года, шесть человек жили более двух лет. «Чудом XX века» газеты окрестили сорокатрехлетнего негра Луиса Расела и шестидесятиоднолетнего Чарлза П. Джонсона, проживших с чужим сердцем более шести лет. Пятидесятисемилетняя американка Бетти Аник здравствовала с чужим сердцем почти восемь с половиной лет. Дороти Фишер из Кейптауна в апреле 1980 года отметила одиннадцатую годовщину операции, с помощью которой ей спасли жизнь. А титул «старейшины» всех пациентов, проживших с чужим сердцем от нескольких дней до нескольких лет, принадлежит французу Эмманюэлю Витриа. В пятидесятилетнем возрасте в ноябре 1968 года в Марселе ему была сделана операция, и он жив (об этом сообщали из Парижа 27 ноября 1981 года)!

Я из осторожности говорю о людях с пересаженным сердцем в прошедшем времени, ибо не знаю их судьбы сегодня. Возможно, кто-то живет и по сей день.

Медики подсчитали, что к 1974 году было произведено двести девятнадцать пересадок сердца. Живы на это время остались тридцать шесть человек. К 1975 году — двести семьдесят одна операция. Жили сорок семь человек, из них четырнадцать — более трех лет, в том числе восемь — не менее пяти лет.

За десять лет — с 1967 по 1977 г. — было произведено более трехсот операций, выжили шестьдесят три пациента, в среднем выживал каждый второй. Средняя продолжительность жизни оперированных составила триста дней.

По мнению профессора Кристиана Барнарда, пионера таких операций, хирургия по пересадке сердца дает

семь процентов гарантии сохранения жизни в течение одного года, пять процентов — на два года и три и более процентов — на пять лет.

Десятки и сотни больных людей, обреченных раньше на смерть, живут теперь благодаря трансплантации органов. Вряд ли можно сомневаться — новая эра в медицине наступила.

Можно утверждать: поспешил первый «бессмертный», дав себя заморозить в американском городе Финиксе в 1966 году, чтобы подвергнуться оживлению в XXI или в XXII веке. Из этого ничего не вышло.

Хотя в Японии доктору Садзио Суида уже удалось возвратить к жизни несколько сердец животных, более двух лет находившихся в замороженном состоянии.

Известны случаи возвращения к жизни людей после резкого охлаждения. Так, пятилетний норвежский мальчик Вегард Слеттемуен, после того как почти час находился в клинической смерти, был спасен. А Владимир Хорин, двадцатичетырехлетний тракторист из совхоза «Ярославский», замерзший в степи, пробыл несколько часов в состоянии клинической смерти. Врачи долго боролись за его жизнь. Это был первый случай оживления человека после столь длительного пребывания «в мире ином».

И все же, несмотря на эти удивительные факты, вряд ли следует думать, что беспредельны резервные возможности нашего организма и мы сумеем восстанавливать через десятилетия после охлаждения свою жизнь, чтобы буквально «воскресать из мертвых».

Трудно сейчас сказать, каким путем пойдет «капитальный ремонт» человека — с помощью донорских органов или искусственных. Ведь есть еще и третий путь — живые «протезы».

С точки зрения теории нет никаких оснований сомневаться в том, что со временем мы научимся формировать зачаточную конечность, подобно тому, как делаем это у лягушки, а затем и регенерировать конечность в целом.

Само явление регенерации известно и у человека. У него восстанавливаются или заново вырастают многие «части» организма: волосы, ногти, кожа и даже мышцы, роговица и части печени. А вот такие земноводные, как саламандра и тритоны, кроме конечностей

и хвостов, способны регенерировать части глаз и других органов, включая сердце. В настоящее время разработаны биологические методы, возвращающие регенерационную способность некоторым органам и тканям млекопитающих и человека. Например, костей черепа после травмы. Стимуляцией регенерации оказалось возможным ускорять заживление очагов повреждения мышцы сердца.

Известный специалист в области регенерации органов профессор Л. В. Полежаев говорит, что сама мысль о возможности «вырастить» новую руку или ногу кажется фантастической. Но «исследования и удачные опыты позволяют надеяться, что это осуществится и даже в не столь уж отдаленном будущем».

Если наука установит, как происходит дифференцировка клеток и как они соединяются между собой, то можно будет осуществить эти процессы в культуре тканей. Тогда, возможно в начале следующего века, при рождении ребенка кусочек плаценты, которая сейчас выбрасывается, будут помещать в холодильник. И в любой момент, когда у человека появится необходимость в новом сердце или почке, можно будет взять из хранилища клетки и вырастить из них нужный орган, а затем этот орган пересадить. Будут таким образом решены обе основные проблемы трансплантационной хирургии — проблема донорства и проблема биологической совместимости тканей.

Поскольку для трансплантации органов, в том числе сердца, нужно иметь «запасные части», хирурги выдвинули проект создания специальных «банков человеческих органов». Что-то вроде центров, располагающих информацией о потенциальных донорах. И в некоторых странах такие банки уже существуют. Не только междугородные, но и международные, например «Евро-трансплантат», «Скандинавтрансплантат» и другие.

**«Интеллект-система»  
ошибается**

Сколько бы мы ни заменяли у человека органов, сколько бы мы ни стремились обновлять организм, к старости происходит изменение гомеостаза — равновесия и нарушение запаса прочности. Трудно становится поддерживать постоянство внутренней среды, регуляторных органов под ударами тысяч мелких внешних воздействий. Вот почему в последнее время исследователей привлекает процесс саморегулирования организма. Это

очень близко подводит медиков к кибернетике. И кибернетика тоже выдвинула свои гипотезы против старости.

Вот одна из них, сформулированная известным советским хирургом, академиком АМН СССР Николаем Михайловичем Амосовым, имеющим к тому же и диплом инженера. Он много внимания уделяет кибернетике в медицине.

Человек — это сложнейшая саморегулирующая система. Она работает по определенным программам. Их много. Но количество вариантов не бесконечно даже во всем их множестве. Можно проследить два типа программ. В генах человека заложены «животные» программы, например инстинкт самосохранения. Неизмеримо больше у человека программ общественных, они обуславливают поведение человека.

Вся человеческая жизнь — это генеральная программа, которая складывается из множества животных и общественных программ. С этой точки зрения здоровье человека — развитие организма в соответствии с программой, а болезнь — нарушение программы под влиянием биологических, физиологических, психических и других факторов.

Природа как гениальный программист предусмотрела возможные нарушения программ и припасла резервные — для обороны, когда наступает неустойчивый режим.

Но если человеку заготовлены резервные программы на выздоровление, почему же люди умирают от болезней?

К сожалению, в организме вследствие нарушения нормального режима накапливаются вредные вещества. Кроме программных действий, возникают и накапливаются нарушения регулируемой системы. В человеке, как и во всякой системе, накапливаются ошибки регулирования. Они приводят организм к старению.

Человек начинает жить: система начинает действовать и... ошибаться. Ошибки складываются, программа выполняется со все меньшей и меньшей точностью — это и есть старение.

Хотя старость не запрограммирована — она неизбежна. Природа не создала безошибочнейшей системы, и создать ее невозможно.

Но можно ли существенно продлить человеческую жизнь? Для этого прежде всего надо моделировать старость, например химию старости. Имея модель, можно составить программу влияния на нее. К организму можно будет подключать сложные искусственные системы, которые корректировали бы ошибки регулирования. Например, система выведения холестерина из организма при склерозе продолжила бы жизнь. Такие системы и другие подобные — реальность. В дальнейшем они будут все более усложняться. Их количество возрастет. И человеческая жизнь будет более продолжительной.

А как быть с мозгом? Ведь и он стареет. Можно ли его заменить? Станет ли и мозг «запчастью»? Ведь удалось же американскому нейрохирургу, профессору Роберту Уайту в течение долгого времени сохранить живым извлеченный мозг обезьяны. Удалось ему и пересадить мозг от одного животного другому! И как. Обезьяна с новым телом (или тело с новой головой) жила почти неделю безо всяких вспомогательных систем жизнеобеспечения. Голова продолжала жить, слышать, видеть, узнавать окружающих, открывать рот, кусать. Правда, не могла управлять своим туловищем.

В очень далекой перспективе, в конце длиннейшего пути, на который только вступила кибернетика, представляется, как искусственный мозг подключают к естественному, еще здоровому. Какое-то время они работают параллельно, и искусственный обучается всем привычкам и вкусам своего «хозяина». Потом старый, живой мозг отключается, и человек продолжает жить с искусственным, который унаследовал от него и память, и знания, и вкусы.

Следует сразу же сделать оговорку. Н. Амосов утверждает, что даже такая фантазия, сегодня далекая от реальности, не даст человеку бессмертия. В этой «интеллект-системе» опять начнут накапливаться ошибки, которые рано или поздно выведут ее из строя. Но он ничего не говорит о том, что замена дряхлеющих органов искусственными системами имеет свои границы, определяемые не только сохранением интеллекта, но и индивидуума. В противном случае может возникнуть ситуация, очень метко показанная Станиславом Лемом в рассказе «Существуете ли Вы, мистер Джонс?». Автогонщик Гарри Джонс так часто пользовался услугами фирмы, изготавливавшей «запасные части» для челове-



ского организма, что в конце концов превратился в существо, которое спросили: «Существуете ли Вы, мистер Джонс?»

Неужели нельзя помешать организму стареть?!

Вот здесь-то встают перед нами не только серьезные медицинские проблемы, проблемы биолого-технические, но и глубочайшие философские, моральные и этические вопросы.

Можем ли мы себе позволить одним продлевать жизнь, а другим нет? Гуманно ли это — менять содержимое телесной оболочки человека, брать органы у одного и пересаживать их другим?

Что это — совершенствование отдельных людей или революционное переустройство в будущем всего человечества? Что это — сознательные меры или?..

Согласитесь, такое глубокое вмешательство в природу человеческого бытия вызывает поначалу нечто вроде эмоционального шока.

Коль скоро мы пытались подойти к проблеме старости как кибернетической проблеме, обратимся к кибернетическим авторитетам. На главный вопрос у них давно готов ответ: «Максимальная устойчивость — бессмертие — ведет к застою и кладет конец эволюции». Можно добавить, что бессмертие накладывает на человечество неподъемный груз моральных трудностей.

Как-то создатель кибернетики Норберт Винер присутствовал на обеде в кругу известных врачей-ученых. Они, не боясь высказывать вещи необычные, обсуждали проблему старости.

Не буду пересказывать всей беседы. Но вот вывод, который приводит Винер в одной из последних работ.

«Хотя гипотеза будущего сверхдолголетия человека на первый взгляд могла показаться чрезвычайно удивительной, ее осуществление было бы страшным несчастьем. Ибо сразу становится ясным одно — человечество не смогло бы долго вынести бесконечного продолжения всех жизней, которые рождаются на Земле».

И далее: «Ситуация, при которой жизнь всех граждан может продолжаться сколь угодно долго, невысказима».

...Конечно, существует и другая точка зрения — диаметрально противоположная. Она полна оптимизма, того оптимизма, которым всегда так щедро фантастика.

## НЕУЖЕЛИ КИБОРГ?

В 1957 году после запуска первого в мире искусственного спутника Земли я написал статью «Кибернетика и космос». Она начиналась словами: «Я беру на себя смелость утверждать, что и спутник и ракета-носитель сделаны не из металла, а из математических формул, уравнений, расчетов». Гиперболизацией мне хотелось подчеркнуть важность расчетов в таком ответственном деле, как проектирование и изготовление космического аппарата.

Это тогда казалось мне невероятной смелостью. В подтверждение мысли я приводил в статье ошеломляющие, казалось, примеры. Да и не я один так думал. В те дни среди многих откликов на величайшее событие в газетах было опубликовано заявление известного итальянского математика, почетного президента Высшего национального института математики профессора Франческо Севери: «Как математик я могу утверждать, что математические проблемы, связанные с запуском спутника, на практике разрешить весьма трудно. Нужно учитывать при расчетах тот факт, что Земля не является идеальным сферическим телом. Чтобы определить орбиту спутника, нужно было прибегнуть к сложным математическим расчетам, которые учитывали бы различные отклонения. Но и после разрешения математических проблем остаются проблемы практического характера. И эти проблемы грандиозны».

А какими только эпитетами не награждали журналисты автоматику нашего первого спутника! Воистину вокруг него был образован кибернетический ореол. Если двигатель называли сердцем космической ракеты, то мозгом величали многообразную автоматическую аппаратуру. Координационно-вычислительный центр иначе не называли, как «царство высокой кибернетической точности».

Перечисляя разработку различных систем управления ракетой, выводом ее на траекторию, полетом по орбите, правильной ориентацией в пространстве, говорилось, что все это выполняют надежные кибернетические слуги. Мы думали — вот оно, торжество кибернетики в космосе! А сейчас знаем — это было только начало торжества.

После сообщения об историческом полете Юрия Гагарина многие задавали себе вопрос: каков же он, этот корабль, поднявший человека в космос?

Сегодня каждый может пойти на ВДНХ и в павильоне «Космос» сам во всех подробностях разглядеть чудо-корабль, в котором человек впервые отправился в запланетный полет. Но когда вы будете стоять у этого сказочного создания рук человека, будете восхищаться рациональностью, продуманностью его устройства, удивительной способностью умных автоматов обеспечивать космонавтам условия для жизни и работы и, если хотите, некоторые элементы комфорта, вам никогда не придет, вероятно, в голову мысль о том, что перед вами некое приближенное подобие высокоорганизованного существа, предназначенного жить и действовать в весьма широком диапазоне условий среды и пространства.

Это сравнение принадлежит не мне. Это слова ученого, доктора технических наук, космонавта К. Феоктистова. Он пришел к такому выводу, сравнивая характерные особенности живого существа и космического корабля. Сравнения настолько любопытны, что я не могу удержаться, чтобы не привести их.

#### **Живое существо**

Получение и обработка информации, обмен информацией с другими существами и соответственно наличие органов для получения (глаза, уши, осязание, обоняние) и обработка информации (центральная и периферийная нервные системы).

Возможность существования в широком диапазоне условий среды с одновременным подержанием внутри организма весьма стабильных условий, необходимых для надежного функционирования организма, и соответственно наличие органов, обеспечивающих стабиль-

#### **Космический корабль**

Получение и обработка информации об окружающем пространстве, о своем положении в пространстве (координаты угловые и линейные), о параметрах движения, возможность сбора «новой» информации и соответственно наличие «органов» для получения (средства измерений, радио, оптические, гироскопические приборы для научных исследований и т. д.) и обработки информации (счетно-решающие устройства, бортовые вычислительные машины и, наконец, экипаж).

Полет в широком диапазоне условий (перегрузки и вибрации при подъеме с Земли и при спуске на Землю, высокая температура при спуске, вакуум в орбитальном полете, поток световой энергии от Солнца и отсутствие его в тени планеты, радиация, метеориты и т. д.) и соответственно средства

ные условия внутри организма (органы регулирования теплообмена через кожу, кровообращение и т. д.).

Возможность ориентации и передвижения в пространстве и соответственно наличие органов контроля ориентации (глаза, вестибулярный аппарат и т. д.) и передвижения (ноги, крылья и т. д.)

Питание — это возможность восполнения энергетических затрат.

Наличие некоторого избытка, резерва сил на случай непредвиденных обстоятельств, возможность бороться с болезнями и восстанавливать здоровье даже после существенных травм и заболеваний, наличие резерва сил, который проявляется часто в играх, в другой деятельности, не направленной на достижение примитивных материальных целей.

Автоматическая координация и синхронизация работы внутренних органов.

для поддержания стабильных условий внутри корабля — по температуре, по давлению, по газовому составу, — необходимых для обеспечения жизни экипажа и для работы бортовой аппаратуры (герметичность отсеков, тепловая защита, средства поддержания теплового режима и газового состава в кабине и т. д.).

Наличие маневренности, необходимой для изменения направления и характера движения, и соответственно наличие средств угловой ориентации корабля в пространстве (оптические, гироскопические, радио и другие средства со счетно-решающими устройствами и системами управляющих органов — микрореактивных двигателей, маховиков и т. д.) и средств изменения количества движения корабля (корректирующие двигательные установки, ракетные ступени, электрореактивные двигатели в межпланетных экспедиционных кораблях).

Питание, водоснабжение и обеспечение кислородом экипажа, а также обеспечение энергопитания бортовой аппаратуры и соответственно наличие на борту либо запасов питания, либо средств, позволяющих получать энергию и обеспечить регенерацию частично или полностью потребляемых экипажем запасов.

Наличие запасов прочности конструкции, дублирование аппаратуры, систем и отдельных элементов, наличие запасов энергии, превышающих минимально необходимые для достижения поставленных целей, регулярное выполнение всякого рода тестовых операций с целью проверки работоспособности систем и агрегатов и корабельного комплекса в целом.

Координация и управление работой бортовых систем, регулирование ритма их работы в различных обстоятельствах при изменении условий полета.

Невольно возникает вопрос: как в таком корабле человек и автомат поделят между собой работу?

Феоктистов отвечает, что все процессы в корабле, которые могут быть автоматизированы, должны быть автоматизированы. Ведь человек в корабле, с точки зрения конструктора, это часть полезного груза. Если человек находится в космическом корабле только для того, чтобы им управлять, в будущем это было бы непозволительной роскошью. Корабль создается не для того, чтобы он возил сам себя, а для того, чтобы его полезный груз проводил некую полезную работу, в частности научно-исследовательскую. Поэтому надо стремиться к тому, чтобы процессы управления самим кораблем не представляли для человека сложной проблемы, требовали минимальной квалификации, минимальной затраты времени. Каждая секунда в космосе — золотая секунда, и расходовать ее надо с максимальным эффектом.

Кибернетики, стремясь максимально облегчить работу ученых в космосе, предложили идею своеобразного симбиоза человека и электронной вычислительной машины. Их совместное пребывание в космическом корабле должно быть таким, чтобы они извлекали друг из друга пользу. Уже сформулированы и цели.

Первая — обеспечить человеку формулирующее мышление, подобно тому, как в настоящее время машины облегчают решения сформулированных и формализованных человеком задач.

Вторая — сделать людей и кибернетические машины способными к тесной кооперации в оценке обстановки и выработке решений при управлении космическим кораблем в сложной обстановке и непредвиденных зараженных ситуациях без жесткой зависимости от заданных программ.

Строгие научные формулировки говорят о многом, открывая грандиозные перспективы выхода в космос человека, имеющего под рукой первого помощника — умную машину.

Еще на первом конгрессе Международной федерации по автоматическому управлению академик В. Трапезников говорил, что нельзя считать невозможным создание автомата, который на основании совокупности опытных данных, получаемых в космосе, пробуя различные гипотезы, создавал бы теории, объясняющие данные конкретного эксперимента.

Так будет. Уходят уже сегодня в море научно-исследовательские корабли, на борту которых стоят вычислительные машины. Не ждет ученый счастливой минуты прихода в родной порт, чтобы начать обработку вороха научных фактов, добытых в океанологической экспедиции. Он имеет возможность сегодня благодаря вычислительным машинам добывать в море не только факты, но и научные выводы.

Размышляют и о бионических методах в космонавтике. Это значит моделирование поведения космонавта в полете, когда бионические автоматы корабля станут самостоятельно обучаться, думать, решать. А пока авторы проекта «соглашаются» на гибрид «человек—машина».

Здесь мы подходим к новой гипотезе, рожденной бионикой, космонавтикой и кибернетической медициной. Профессор Манфред Клайнс, инженер-математик, специалист по биохимическому равновесию живых организмов, и Натан Клайни, нейрофизиолог, специалист по психофармакологии, являются сторонниками так называемой киборганизации людей.

Вот как об этом писали у нас:

«Соберем заранее полную электронно-механическую модель человеческого тела и будем ждать. Вот машина скорой помощи доставляет в клинику безнадежно раздавленного в автомобильной катастрофе ученого. Жить ему остается всего несколько минут. Он в полном сознании и сам понимает свое состояние: он биолог. И он решает, вернее, решается на беспрецедентный в истории человеческий эксперимент. Его коллеги и товарищи с максимальной осторожностью и деликатностью, под глубоким наркозом меняют телесную оболочку его бытия. Его «я», его человеческая сущность, иными словами, его мозг остаются живыми, но теперь они уже функционируют в совершенно другой, искусственно созданной квазибиологической системе».

Иными словами, эта гипотеза приводит нас к некоему, более грубому и, позволительно здесь сказать, бесцеремонному подобию той «интеллект-системе», о которой очень и очень осторожно говорит профессор Амосов, касаясь бессмертия. Но здесь уже не система искусственных органов с искусственным мозгом, а гибрид искусственного тела и живого человеческого мозга.

Со временем, считают некоторые биок cyberнетики, когда научатся выращивать на питательных средах пол-

ноценные клетки человеческого мозга, их можно будет использовать для создания высокопроизводительных вычислительных машин, состоящих из металлических и живых субстанций. Такие машины на нервных клетках, как предполагают биокибернетики, будут превосходить существующие по своим возможностям.

Как тут не вспомнить верхарновские строки: «Сегодня всему наступает пора, что бредом казалось вчера».

Этого киборга, этот живой мозг под надежной защитой искусственных систем, называли человеком космической эры. Мечтают заранее его рассчитать и сконструировать для конкретных условий жизни и работы в космосе. Для него не нужно будет постоянной оболочки, герметического скафандра — носителя земной среды. Киборг в космосе при воздействии факторов, несовместимых с жизнью, будет чувствовать себя, как дома.

Признаюсь, не очень-то приятно читать и слушать подобное. Не очень-то приятно, даже принимая во внимание такой «веский аргумент», как длительное пребывание в космосе при воздействии условий, на которые жизнь человеческая не рассчитана.

«Понятно, что этот антигуманный проект не имеет ничего общего со светлыми целями освоения и покорения космического пространства. Нам нужен космос не для машин, а для людей», — писал академик В. В. Парин, и трудно с ним не согласиться.

## **МАШИНЫ И ПРЕДВИДЕНИЯ**

Хотите знать, какие платья будут носить женщины в 198... году? Пожалуйста. В основе моделей линии ампир. Платья, высоко перехваченные спереди, и складки, идущие назад на манер старой греческой одежды. Длина дневных платьев намного превосходит длину вечерних...

Такое предсказание, выдала американская вычислительная машина «УНИВАК». Не знаю, в шутку или всерьез заставили ее сделать этот прогноз. Если она и ошиблась, человечество от этого не пострадает. Но есть проблемы, где ошибаться в прогнозах опасно. Возьмем, например, вопрос о народонаселении нашей планеты. Какие жаркие дискуссии вокруг этой проблемы! Сколько высказано всевозможных предположений! Как узнать — велика ли их точность?..

Раньше предсказывали просто. Я говорю «просто» с позиций сегодняшнего дня, с позиций сложности науки нашего времени. Но тогда это «просто» тоже было не простым.

Прошлое и настоящее обращали в будущее. Конечно, не в застывшем виде, не остановившемся, а в развитии и движении. Проницательный ум человека дорисовывал контуры грядущего. Мы знаем множество примеров удачных предвидений. Но это были лишь всплески отдельных умов, своим гением озарявших будущее.

В совсем недалекие еще времена не были известны точные способы перехода от прошедших событий к будущим. Лаплас в «Опытах философии теории вероятностей» в свое время писал с некоторым оттенком превосходства, как Бюффон в «Политической арифметике» исчисляет вероятность. «Какова вероятность того, что Солнце взойдет завтра, если оно уже всходило 1 826 214 раз. Он (Бюффон.— В. П.) полагает, что она разнится от единицы только на дробь, числитель которой есть единица, а знаменатель число два, возведенное в степень, равную числу дней, протекших с той эпохи. Но верный способ перехода от прошедших событий к вероятности причин и будущих событий был неизвестен этому знаменитому писателю».

Серьезное предвидение основано в первую очередь на научных принципах. Хотя, конечно, и научные принципы имеют свои пределы. Поэтому в любом предвидении есть не абсолютный, а только определенный элемент точности.

Так все это трактует большая наука, и житейский опыт подсказывает, что это должно быть так. Мы лишь в общих чертах предсказываем направление, по которому пойдет развитие. И даже в тех счастливых случаях, когда с большим трудом добываем «точные», по нашему мнению, числа.

Современные предсказания существенно отличаются от прошлых. При всей своей скромности те были ближе к фантастике, нынешние, часто более фантастичные, ближе к реальности. Почему? Да потому, что прогнозы сейчас включают в само содержание научных теорий. Как пишет известный историк естествознания профессор Б. Г. Кузнецов, «вопрос о возможности прогнозов ставится теперь по-новому. Вернее было бы сказать, что



подобный вопрос уступил место другому: возможно ли сейчас развитие науки без прогнозов?».

Кибернетика заинтересовалась одним из важных качеств человеческого мышления — предвидением, предсказанием. Не только заинтересовалась, но и пытается объяснить многие их механизмы.

К сожалению, различные положения, раскрывающие предсказания с кибернетических позиций, разбросаны в многочисленных работах кибернетиков. Есть еще более многочисленные труды ученых, беспокоящихся о будущем вообще и о будущем человечества в частности. Но у них нет самой «кухни» сотворения предвидений, присутствуют лишь сами предвидения. Правда, при некотором усилии можно вскрыть метод, с помощью которого был сделан тот или иной прогноз.

Жаль, что труды о предсказании предназначены лишь для специалистов. Очень нужна книга на эту тему для всех. Конечно, не для того, чтобы, подобно промотавшемуся английскому лорду из новогоднего рассказа, купив на последние деньги газету и развернув ее, увидеть, что это «Таймс» послезавтрашнего числа с отчетом о тотализаторе и перечнем лошадей, которые завтра могут выиграть. Люди хотят знать о будущем не для того, чтобы опустошать кассу тотализатора на скачках. Цель другая — человеку дороги судьбы человечества, страны, народа.

Ценность того или иного предвидения определяется объективностью, обоснованностью и достоверностью, которые положены в его основу.

Мы не должны забывать, что методика прогнозирования определяет предвидение как «систематическое исследование перспектив развития того или иного явления или процесса с помощью средств науки».

Сознательное формирование представлений о будущем позволяет нам осуществлять детально разработанные научные методы. С их помощью события реальной жизни можно «разложить» на три составляющих части. Детерминированную, вызванную действием известных причин и поддающуюся точному расчету. Вероятностную, когда после длительного наблюдения за процессом устанавливается его вероятностная закономерность. И «чисто» случайную часть, принципиально не поддающуюся никакому предсказанию.

Основной задачей предвидения является максимальное увеличение детерминированной причинной части, как и постоянное уточнение вероятностей.

И все же, надо прямо сказать, для предвидения недостаточно одного только знания. Нужны еще и Вдохновение, и Вера, и Воображение, умение подчас пренебречь даже логикой. Без них порой трудно преодолеть ту грань, которая отделяет возможное от вероятного, то есть то, что можно себе только представить, от того, что можно осуществить.

Со времен дельфийского оракула люди стремились заглянуть в будущее. Теперь мы, используя изощренные методы прогнозирования, изучаем будущее, а не гадаем о нем, изучаем то, чего еще нет, что только будет (а может быть, и не будет!).

Вот почему среди прогнозистов мы встречаем и оптимистов и пессимистов. Они по-разному подходят к одной и той же проблеме, с разных позиций, с разным темпераментом. И хотя говорят: факты — упрямая вещь, но «факты» будущего — особый материал, опираясь на который, можно делать взаимно исключающие умозаключения.

Так, пессимистов, заглядывающих даже в недалекое будущее, всегда тревожит мысль о существовании во всем некоего барьера недоступности.

Оптимисты, наоборот, безудержны в своих заключениях. Причем их безудержность тем больше, чем больше срок, на который рассчитаны прогнозы: ведь по мере его удаления возрастает гарантия безответственности. Но, как ни странно, во все времена чаще все-таки ошибались пессимисты. Скептицизм наиболее неблагоприятная позиция, когда речь заходит о будущем.

На ком же из экспертов-прогнозистов остановить свой выбор в оценке некоторых нужных нам явлений будущего — на пессимистах или оптимистах?

Есть остроумный, самый легкий и общепринятый способ. Он состоит в том, чтобы предпочесть того из них, кто подтверждает ваши убеждения и предубеждения. А для того чтобы решить, кто из экспертов прав, надо заставить их показать, как они пришли к своим выводам, на какие факты опирались, какие аргументы использовали.

В разных странах разработано сейчас более двухсот

методов прогнозирования. Все их многообразие можно разделить на четыре класса.

Первый — интуитивные методы. С их помощью находят отправные пункты прогнозирования.

Второй — изыскательные методы. Они позволяют моделировать направление передачи научно-технических знаний.

Третий — нормативные методы. Ими определяется не только то, как достигнуть цели, но и то, в чем эти цели должны состоять.

Четвертый — класс методов обратной связи. Он дает возможность устанавливать связь между вариантами предвидения и планирования действительного будущего.

Можно перечислить многие успехи на трудном пути прогнозирования, предсказания, предвидения.

Здесь и всем известные предсказания погоды, наводнений и ураганов.

И менее известные предвидения характера движения нейронов в реакторе или возможного хода сложного химического процесса.

Предсказывая будущее, называют или же подразумевают разные сроки для осуществления своих прогнозов. Поэтому стоит сказать, что все прогнозы в предвидениях можно по срокам разделить на три вида: непосредственный — на малые дистанции во времени — до конца XX века; обозримый — на средние дистанции — на следующее столетие; и еще прогноз отдаленного будущего. Эта периодизация более или менее удачно совпадает с важными объективными критериями. Один связан с периодами в жизни человека и человечества, то есть по времени соответствует деятельной жизни одного поколения, что-то около тридцати лет; второй — средней продолжительности жизни людей; третий — концу XXI века и дальше.

Второй критерий связан с развитием науки, техники и производства. Так, интервал времени между научным открытием и его внедрением в среднем равен двадцати годам. А чтобы новая техника вытеснила старую и стала преобладать в различных сферах, необходимо несколько десятилетий. Отдаленное же будущее — это глобальные преобразования в масштабах всего земного шара, всего человечества с революционными изменениями в науке и технике, изменениями в цивилизации в целом.

Естественно, что прогнозы третьего вида сближают науку с научной фантастикой. Но известно, что фантастика, если это научная фантастика, в конце концов есть смелое задание науке. То, что находится на грани фантастики, даже по мнению самых строгих специалистов, может послужить для науки «построением в запас».

Прогнозы второго вида — обозримые, на следующее столетие, относительно отдаленные, основанные главным образом на гипотезах и предположениях, — позволяют постоянно заглядывать в будущее, яснее видеть перспективы движения вперед.

Но не надо думать, что разнообразные формы прогнозирования, математические методы и кибернетика позволяют с необычайной легкостью, как сквозь магический кристалл, видеть будущее.

Да, предвидение даже с помощью кибернетики и математики — дело нелегкое. И предугадывать изменения в науке, технике, жизни людей — задача в определенной мере рискованная. Однако не может человек от такой попытки удержаться.

Возьмем для примера прогнозы развития кибернетики и электронных вычислительных машин.

Вот прогноз, составленный в 1962 году Артуром Кларком. За точку отсчета он взял уровень, достигнутый к 1960 году.

1970 — машинный перевод.

2000 — искусственный разум.  
— всемирная библиотека.

2020 — логические языки.

2050 — роботы.

— управление памятью для восстановления воспоминаний.

2060 — автомат-учитель.

2080 — машинный разум, превосходящий человеческий.

2090 — мировой мозг.

Конечно, наиболее ответственным в прогнозах Кларка было категорическое утверждение, что от создания думающих машин нас отделяют десятилетия (но не века!).

Теперь приведем для сравнения прогноз, сделанный через десять лет, в 1972 году, известным исследовательским центром по прогнозированию «РЭНД-корпорейшн»:

- 1975 — широкое использование простых обучающих машин.
- 1976 — автоматизированные библиотеки, «просматривающие» публикации и печатающие копии.
- 1978 — автоматизированный перевод с иностранного языка.
- 1980 — сложные обучающие машины, оценивающие не только ответы студентов, но и их психологическое состояние, например напряженность.
- 1982 — машины, способные отвечать на вопросы, задаваемые в виде печатного текста.
- 1992 — роботы, способные самонастраиваться и выполнять домашние работы, например, приготовление пищи, уборку помещений и т. д.
- 2012 — демонстрация симбиоза «человек — машина», повышающего интеллектуальные возможности человека прямым взаимодействием мозга и ЭВМ.

Как видим, этот прогноз более конкретный, более уплотненный по срокам. В нем проглядывается основательная привязка к реальным проблемам, над которыми работали специалисты и продолжают работать в наше время. Может быть, поэтому он мало в чем оспаривался в те годы (и несколько позже), хотя некоторые его положения казались чересчур оптимистическими.

Так, член-корреспондент АН СССР В. Сифоров, директор Института проблем передачи информации Академии наук СССР, к излишне оптимистичным отнес сроки решения автоматизации перевода (1978) и создания автоматизированных библиотек (1976). В то же время другие сроки В. Сифоров считал вполне реальными, а в ряде случаев, по его мнению, цель будет достигнута даже раньше, чем указано в прогнозе.

В 1968 году, когда еще можно было прочитать утверждение, что электронные вычислительные машины не способны ни к чему выходящему за пределы заложенных в них программ, появились упоминания о наступлении «второй вычислительной революции».

Чем же она характеризовалась? Как ее представляли себе ученые?

«Главное — это союз «человек — машина». Два направления позволят облегчить прямую связь человека с машиной. Первое — автоматизация программирования

ЭВМ и второе — создание разнообразных (в том числе визуальных) средств на выходе машины.

Время показало достоверность такого предвидения.

В начале 70-х годов западногерманские ученые Х. Байнхауэр и Э. Шмакке сделали попытку собрать, проанализировать и как-то упорядочить наиболее достоверные (по их выражению, «без фантастики») научные, экономические, технические и социальные прогнозы, появившиеся в литературе к тому времени. Их «Свод международных прогнозов» рассматривает мир двухтысячного года.

Вот выборка из работы по интересующим нас вопросам.

Основой информационной техники, писали тогда авторы свода прогнозов, будут электронные вычислительные машины. К 1980 году в мире их будет работать около трехсот пятидесяти пяти тысяч. (Как известно, их сейчас больше.)

Изменится важный показатель соотношения между мощностью и стоимостью машины. Мощность увеличится, стоимость снизится — в расчете на одну операцию — за двадцать лет в двести раз!

ЭВМ должны стать в тысячу раз миниатюрнее и, что особенно важно, намного надежнее. Скорость, Надежность, Компактность и Экономичность откроют ЭВМ доступ всюду.

Особое значение приобретут совершенствование «памяти» машин, расширение ее объема и рост ее оперативности.

Время, затрачиваемое на получение информации, хранящейся в памяти ЭВМ, уменьшится в тысячу раз. (На период опубликования прогноза оно составляло около микросекунды.) На ЭВМ 2000 года это время будет доведено до десяти наносекунд.

Примерно к 1990 году ожидается появление первой ЭВМ с оптической системой памяти: информация будет записываться, по-видимому, лазерным лучом на фотографическом или непосредственно на магнитном слое.

Будет разработан также магнитный накопитель. Теоретически он сможет хранить и выдавать информацию, которая содержится на пятистах сорока миллионах машинописных страниц.

В прогнозе приводятся проекты электронных вычислительных машин, в запоминающем устройстве которых

можно записать двадцать тысяч томов книг на кусочке никелевой фольги размером 20 × 25 сантиметров.

Емкость памяти возрастет еще в сотни раз, и нескольких крупных накопителей хватит для запоминания информации, хранящейся ныне во всех библиотеках мира.

Будут созданы энциклопедические банки данных. Первые банки информации энциклопедического характера начнут функционировать не позднее 1980 года.

Важный вопрос, когда «увидят» и «заговорят» электронные вычислительные машины. В те годы начали разрабатывать машины для чтения машинописного текста.

Эксперты полагали, что в последней трети 70-х годов появятся машины, способные прочесть любой рукописный материал со скоростью пятидесяти знаков в секунду, а в начале 80-х годов — машины, способные различать отдельные звуковые команды.

А вот ЭВМ, которые будут работать полностью «с голоса», то есть понимать вопросы, задаваемые человеком, — таких машин, как считали эксперты, не будет еще и в 2000 году.

Интересно здесь заметить, что такие же или почти такие сроки указывали и советские ученые. Например, академик В. М. Глушков писал: «Как только окажется, что старыми методами «разговаривать» с машиной невозможно, все необходимое для беседы человека с компьютером появится немедленно... Такая неотвратимая необходимость возникнет где-то в 80-х годах нашего века, то есть тогда, когда появятся машины четвертого и, уж обязательно, пятого поколения».

О банках данных он высказывал такое мнение: «Недалеко то время, когда электронно-вычислительные машины будут кладовыми не только технических и научных знаний человечества, но и всего, что было создано им за многие века своего существования; они станут огромной и вечной памятью его».

А добиться полного симбиоза человека и машины, по мнению академика Глушкова, «ученые смогут примерно к 2020 году, то есть меньше чем через полвека».

Безусловно, в прогностике вопрос вопросов — надежность и точность предвидения. Каждый, кто касается проблемы будущего, хотел бы знать, какова достоверность прогнозов, какая часть их оправдывается?

Опыт последних лет показал, что степень оправды-

ваемости прогнозов, непосредственных и обозримых, достигает вполне удовлетворительных результатов — до девяносто пяти процентов! Хуже обстоит дело с прогнозами долгосрочными. Но не надо забывать, что прогнозы «работают» не только на будущее, но и на наш сегодняшний день, помогая эффективности поисков в науке, повышению уровня планов и проектов, их экономичности.

Так ли пойдет развитие техники, как предсказывают специалисты, узнают те, кто будет жить в 2000 году. Автор же довольствуется призрачной надеждой, что он проверит предсказание женских мод, сделанное машиной.

## ВОЙНА И КИБЕРНЕТИКА

Вы знаете эти страшные цифры?!

За последние пять тысяч лет человечество прожило в мире 292 года. Остальное время ушло на 14 513 больших и малых войн. Войны унесли 3 миллиарда 640 миллионов человеческих жизней. Для сравнения: ныне на планете живет 4 миллиарда человек... Военные расходы и убытки составили 2150 триллионов швейцарских франков. В чистом золоте это лента в 10 метров толщиной и шириной 161 километр вокруг Земли по экватору. И море пролитой крови.

В наши дни войны стоят дороже. Атомными и водородными бомбами можно сразу уничтожить больше людей, чем за все войны прошлого. Миллиарды и миллиарды вкладываются в военное производство. Миллионы и миллионы часов людского и машинного труда потребляет бездонная бочка, именуемая гонкой вооружений.

Работает на войну и стоит под ружьем сегодня более 50 миллионов человек.

Военные расходы во всем мире сегодня превышают 500 миллиардов долларов. На эти деньги можно было бы построить дома для миллионов семей, тысячи первоклассных больниц на миллионы мест.

При чем здесь кибернетика?

Не только при том, что на электронных вычислительных машинах сделаны все эти подсчеты. Но и при том, что сама кибернетика стала служить войне.

...Зенитная ракета летит к цели по указанию электронной вычислительной машины.



...ЭВМ управляет беспилотным самолетом-перехватчиком.

...ЭВМ координирует все активные средства противовоздушной обороны — от обнаружения цели до ее уничтожения.

...ЭВМ управляет сложными артиллерийскими системами.

И т. д. и т. п.

Однако этим не исчерпывается милитаризация ЭВМ. Компьютерам передается не только обычная работа армейских тыловых служб — учет и распределение материальных ресурсов, вооружения, боеприпасов и т. д., на них возлагаются многие управленческие функции, включая разработку стратегии и тактики.

Война с точки зрения кибернетики — не что иное, как математическая проблема, проблема сложная, где очень много переменных факторов. И кибернетика предложила военным теорию игр и тактик. Появилась даже специальная «математическая теория войны».

Так математика и кибернетика — науки, по природе своей созидательные, — все больше и больше начинают служить бесчеловечным целям разрушения и уничтожения. Вина за все это лежит на противниках мира и прогресса на земле.

### **ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЗРЫВ**

Почему взрыв? Потому, что человечество захлестнуто потоком информации.

Каждый из нас на себе ощущает, как трудно стало жить в мире, до краев наполненном информацией. Восемь тысяч только ежедневных газет, около миллиарда радиоприемников, более четырехсот миллионов телевизоров, сотни тысяч кинотеатров, одна тысяча семьсот названий книг, выходящих каждый день, сотни тысяч реклам, афиш, плакатов, листовок обрушивают ежедневно на человека неисчислимы потоки информации. Одно только телевидение только крупных теледержав выдает ежегодно телепрограмм на сотни тысяч часов вещания. А если взять все телепередачи мира, то не уложиться, вероятно, и в миллион часов вещания.

«Наш современник в середине нынешнего «сверхатомного» века живет гораздо более уплотненно и емко, чем жили современники классиков. Ежедневно на одну

и ту же квадратную площадь нашего мозга и времени нашего ложится несоеизмеримо большее количество впечатлений, почти на пределе нашего нервного восприятия...» Под этими словами Леонида Леонова подпишется каждый.

Ученые подсчитали: общее количество книг, журналов, брошюр, оттисков в библиотеках мира оценивается в пределах семисот пятидесяти — семисот семидесяти миллионов. Если считать, что каждая книга содержит сто тысяч пятибуквенных слов, то средний запас информации в книге — шесть миллионов бит. А запас информации, накопленный человеком, выразится числом  $4,6 \times 10^{14}$  или  $4,6 \cdot 10^{15}$  бит.

Известна способность человеческого мозга усваивать информацию — от 0,2 до одного бита в секунду. Информационный же поток только новых научно-технических знаний составляет сейчас, по различным оценкам, от трех до двадцати бит в секунду. Даже гипотетический человек, который круглые сутки без сна и отдыха читает новые публикации, не сможет быть в курсе всех событий современной науки.

Потрясающие цифры! Но даже они не дают полного представления о грандиозности взрыва. Дело гораздо серьезнее. Мы свидетели начала Великого Потопа Информации, когда каждому, прикасающемуся к источнику знаний, придется останавливаться перед Гималаями сведений.

Население земного шара удваивается за сорок пять лет. Число ученых возрастает вдвое каждые пятнадцать лет. Удвоение научно-технической информации происходит каждые десять лет. Поэтому если бы со временем все население Земли стало учеными, все равно наступил бы момент, когда они не смогли бы усваивать полностью информацию о новых достижениях науки, не говоря уже о ранее накопленном опыте. Число же различных книг намного превзойдет число возможных читателей. По некоторым данным, к 2000 году по сравнению с 1950 годом знания человечества удвоятся, а объем научной информации, среди которой ученый должен будет вести поиск, увеличится в тридцать раз!

Это взгляд в завтра. А сегодня? Сегодня в различных странах мира только по научным и техническим вопросам ежегодно «ложатся на стол» более пятидесяти тысяч научно-технических журналов, содержащих бо-

лее двух миллионов статей, написанных примерно семьсот пятьюдесятью тысячами авторов на пятидесяти языках. Добавьте к этому еще триста пятьдесят тысяч патентов в год, да горы книг, сборников, отчетов о всевозможных конференциях, конгрессах, симпозиумах, коллоквиумах.

Возьмем, к примеру, химию. Результаты исследований только в этой науке публикуются свыше чем в шести тысячах журналов на нескольких десятках языков. Кроме того, ежегодно во всех странах выдается не менее пятнадцати — двадцати тысяч патентов в этой области. Общее же число публикаций в год составляет около ста пятидесяти тысяч! И эта лавина непрерывно нарастает. Научных работ, посвященных только одному цинку, издано за двадцатилетний период — с 1926 по 1946 год — втрое больше, чем за двести лет до этого. Подсчитано, что, читая по сорок часов в неделю, химик за год не прочел бы и десятой доли всех опубликованных за это время работ... Часто ученому выгоднее провести заново какой-либо эксперимент, чем пытаться найти о нем сведения в океане опубликованной литературы. Если же он такую попытку предпримет, то уподобится человеку, ищущему в стоге сена иголку.

Пять лет велась разработка одного специального устройства в США. Было затрачено двести тысяч долларов. А вскоре выяснилось, что точно такое же устройство было давно сделано в нашей стране.

Бывает и наоборот. В печати США в 1953 году появилось сообщение об изобретении съемных протекторов для шин. У нас эта информация была переведена лишь шесть лет спустя. Можно представить, во что нам обошлась задержка с переводом сообщения об интересной технической новинке!

Обратили ли вы внимание на такую деталь? Раньше о публикациях говорили: сведения, данные, факты, известия, сообщения, результаты, доклады и т. д. Теперь все это объединено одним словом — «информация». Оно более емкое. Им можно назвать все — от сигнала до книги. Им можно обозначить и новую проблему — необходимость упорядочения потока сведений.

На одну из московских улиц, недалеко от станции метро «Сокол», почта ежедневно доставляет из более чем ста стран сотни книг и журналов на шестидесяти шести языках. Сюда же поступают и периодические и

непериодические издания всех научных и технических издательств страны. Свои издания шлют четыреста пятьдесят иностранных академий, научных ассоциаций и обществ. Шлют сюда пакеты библиотеки Британского музея, Сорбонны, конгресса США и еще добрых два десятка зарубежных книгохранилищ.

Чтобы сделать эту литературу доступной для советского читателя, трудятся более тысячи штатных сотрудников Всесоюзного института научной и технической информации. Им помогают еще свыше двадцати тысяч переводчиков и высококвалифицированных специалистов: академиков, докторов и кандидатов наук, инженеров, составляющих рефераты. Только за один год они обрабатывают около полутора миллионов публикаций из 131 страны на 66 языках. Все это сводится в реферативные журналы, для которых обрабатывается около миллиона статей из журналов и книг.

Казалось бы, бери и пользуйся! Но это двадцать пять тысяч печатных листов — тысяча толстых томов книг, попробуй в них разберись. А разбираться надо.

Развитие любой отрасли современной науки невозможно без учета накопленных знаний, без использования новейших достижений. Эти знания — величайшее богатство общества, его «общественная память». Обмен информацией — цемент, скрепляющий общество. Информация — хлеб науки.

Подлинные масштабы проблемы информации грандиозны. Она имеет множество сторон. Одна из них (очень важная) — затрудненное общение между учеными из-за чрезмерной специализации.

«Человек, который знает все лучше и лучше все более и более узкую область, в конце концов знает все... ни о чем». Но если и принять это ироническое замечание Бернарда Шоу всерьез, то и такому узкому специалисту приходится просматривать огромное количество публикаций по самым различным адресам. Например, работы по аэрозолям печатаются в многочисленных журналах: физических, химических, медицинских, метеорологических, технических. Это положение усложняется и необходимостью изучать литературу по специальности в иностранной периодике.

По данным статистического обследования, американские химики тратили в 1962 году в среднем 33,4 процента времени научной работы на поиски нужной лите-

ратуры. А насколько увеличилась эта цифра теперь! Быстро и много читать — вот еще один девиз нашего времени. Но получается безотрадная картина: ученый должен жить, чтобы только читать, а не для того, чтобы творить. Естественно, читать он все не успевает. Да и как может успеть, если количество периодических изданий неимоверно растет. Сейчас их чуть ли не двести тысяч, а к 2000 году будет миллион. Горы никем не прочитанных журналов заставили ввести специальный термин — «макулатурофактор», характеризующий читаемость научно-технических журналов. По подсчетам, этот фактор для сорока пяти тысяч периодических изданий, вышедших в мире в 1960 году, оказался равным восьми-десяти пяти процентам. Каков же он сейчас?

Выходит, традиционные формы публикаций не удовлетворяют требований дня. Кроме распыления внимания и интересов читателей между многими журналами, есть «трудности другого порядка. И прежде всего сокращение объема статей с неизбежной при этом потерей научной информации. А разрыв между старением опубликованного материала и его доступностью? Большинство ученых получают сведения о той или иной работе через полтора — два года после ее выполнения.

Почему? Причин много. Одна из важных — потеря «свежести» информации. Газета в день выхода уже опаздывает на день, журнал — на месяц, а научная книга — на год.

Нельзя не заметить и другого. Несмотря на рост числа журналов, количество авторов растет еще быстрее. Отсюда неизбежное превышение авторских предложений над читательским спросом. Отсюда неизбежное механическое сокращение приема авторских предложений, ибо издательства не в силах с ними справиться.

Немаловажная и проблема хранения информации. Чтобы нагляднее ее представить, добавьте к тремстам километрам книжных полок Ленинской библиотеки еще ежегодных пятнадцать километров.

Где же выход?

Винер в работе «Кибернетика и общество» говорит, что одной из причин гибели Римской империи было отставание в развитии систем связи между ее элементами. К началу XX века радиосвязь помогла выйти человечеству из тупиков узости каналов связи. А электронные вы-

числительные машины вывели людей из тупика отставания в обработке потоков информации.

Накопление, обработка, поиск, передача информации — это целая комплексная проблема чрезвычайной трудности и чрезвычайной важности. Не удивительно, что в наши дни заговорили об индустриализации информации и родился новый термин «информатика».

Информатика — понятие, еще недавно казавшееся почти всем туманным и неясным, — заявила о себе сегодня во весь голос. Научная область, изучающая способы фиксации, переработки, хранения и поиска самых различных научно-технических сведений, приобретает в наше время гигантское значение.

Попытаемся хотя бы эскизно показать взаимосвязь значимости проблемы с организационно-техническими и экономическими подходами к ее решению.

Всем уже становится ясно, что по степени важности сегодня информация — хотя она «нематериальна», не осязаема — вышла на первое место в производстве продукта, оставив за собой такие фундаментальные, «ощущаемые» компоненты, как вещество и энергия. Специалисты подсчитали даже зависимость между этими компонентами и максимально быстрым ростом национального дохода (национального продукта).

Если количество вещества, вовлекаемое в производство, может расти несколько медленнее, чем растет доход, то количество энергии должно расти несколько быстрее. А вот количество вырабатываемой и потребляемой информации должно расти гораздо быстрее национального дохода. Соотношения такие (в процентах): 2 и 4, 3 и 9, 4 и 16, то есть по отношению к национальному доходу объем информации должен возрастать в квадрате и даже еще больше.

Академик А. И. Берг, развивая эти положения, подчеркивал, что «информация становится проблемой экономической политики, проблемой государственной важности».

Думаю, океан знаний, в котором все труднее и труднее находить открытия, заставит в недалеком будущем планировать производство и переработку информации в общегосударственном масштабе. Как сегодня для нас привычны в планах предусмотренные тонны стали и киловатт-часы энергии, так завтра не будут вызывать удивления строки о запланированной в битах информации.

Информационный взрыв вызвал к жизни новую отрасль знаний, рожденную кибернетикой, документалистику, которая включает в себя юридические и технические вопросы работы со всеми видами документов. Сфера ее очень широка: научно-техническая информация, архивоведение, библиотечное дело, патентное дело, музейное дело, все виды делопроизводства и т. п.

Трудно специалисту новой формации, обладателю кибернетической профессии. Документалист должен быть лоцманом в воистину безбрежном информационном море. Главная его задача: сократить информацию об информации, поставить дело так, чтобы из литературной красоты в реальность превратились, например, «ученые, которые знают все».

У нас в стране создается единая централизованная государственная сеть вычислительных центров. По каналам связи этой сети пойдет информация, необходимая для эффективного планирования и управления народным хозяйством страны. Создается аналогичная государственная система научно-технической информации. Она включает всесоюзные, отраслевые, республиканские, территориальные институты и центры и более десяти тысяч отделов и бюро на предприятиях. Их справочно-информационный фонд содержит около миллиарда материалов о достижениях науки и техники.

Информационным «сервисом» у нас занимаются сотни тысяч человек. Благодаря их усилиям гигантские пласты научных достижений просвечиваются «информационным рентгеном», все самое главное, самое важное становится достоянием практики.

Государственная система научно-технической информации подобна сети маяков на берегах неоглядного океана знаний. Теперь ее подключат к Государственной автоматизированной системе управления — этому штурману производства.

Вместе они обеспечат возможность точно по курсу вести корабль нашего социалистического народного хозяйства.

В мировой практике впервые решается и проблема создания МЦНТИ — Международного центра научно-технической информации. Интернациональный коллектив этой системы призван обслуживать страны социалистического содружества. Основы центра — национальные

системы информатики и подсистемы по отраслям хозяйства, науки и техники.

Сейчас ширится всемирное движение к всестороннему обмену научной информацией. Ученые стремятся создать международное сообщество, в котором проводился бы регулярный обмен полученными научными данными. Этому посвящена программа ЮНИСИСТ — Всемирная система научно-технической информации. Программа, предпринятая по инициативе ЮНЕСКО.

Информатика — отрасль новая. Поэтому для решения ее технических проблем привлекаются самые перспективные средства: микропленка для «перевода» всех печатных работ и термопластичная фотография для их воспроизводства в нужный момент.

Тонкий, не толще волоса, электронный пучок выбивает на пластмассовой пленке микроизображение текста. На такой карте размером 35 × 60 сантиметров поместится содержание книги. Для размещения на микрокартах, например, Большой советской энциклопедии понадобится три метра пленки. Воспроизведением текста займется все тот же электронный луч, который пошлет увеличенный текст на большой экран.

Несмотря на «микроразмеры» снимков-карточек, количество их опять-таки будет внушительным: выбрать нужные снимки придется из миллионов.

Придуман для этой цели электронный «сортировщик». Он автоматически выбирает нужные кадры — требуемые печатные работы. Аппарат начал работать со скоростью шестьсот микроарт в минуту и теперь учится читать все быстрее и быстрее. Предполагают, что он будет обрабатывать до ста тысяч микроарт в минуту.

Эти работы хотя и отражают действительность, но кажутся неправдоподобными. С каким же чувством недоверчивого восхищения воспринимаются проекты универсальных информационных машин.

Специалисты представляют их себе в виде сверхъёмистой памяти — своеобразной электронной книги, листы которой собираются из сверхтонких пленок — микромодулей и микропластов. Уже есть пленки в две с половиной тысячи раз тоньше человеческого волоса! Эти представители молекулярной электроники позволяют создавать электронные машины в виде сложенной вчетверо газеты и даже меньше.

Сведения в них разместятся по иерархическому прин-



ципу: дом, в доме — этаж, на этажах — коридоры, комнаты, шкафы, в шкафах — полки, на них — папки. Каждое сведение получает свой адрес. Он состоит из номера дома, этажа, коридора... Блоки такой «книги» можно комплектовать день за днем, год за годом, накапливая драгоценную информацию, составляя целые библиотеки. Чтобы убрать из библиотеки устаревшие или ошибочные данные, не надо изымать блоки. Достаточно просто отключить ведущие к ним электрические цепи.

Подобно тому как сегодня абоненты автоматической телефонной станции вызываются набором номера, так и в электронной библиотеке информацию можно будет вызвать коммутатором к общему читающему устройству.

Думают и над другим способом. Принципиально возможно поместить в крошечную сферу — не более булавочной головки! — текст, равный по объему двадцати четырем томам Британской энциклопедии. Нужную информацию стали бы находить координатным способом и читали бы с помощью электронного микроскопа. Тогда всю информацию, содержащуюся во всех книгах мира, можно было бы «упаковать» в объеме записной книжки.

И всепроникающий лазер приходит к конструкторам информационных систем. С его помощью надеются записывать и считывать знаки «размерами» в световую волну.

С введением в строй таких эффективных средств ученые будут обеспечены полной и быстрой информацией. Наука получит мощный катализатор для своего развития.

Не только в науке. К услугам таких информационных систем сможет обращаться каждый и, подобно конан-дойлевскому Маракоту, «вызывать» необходимую информацию, обработанную и синтезированную.

Как это ни парадоксально, но следствием информационного взрыва будет взрыв научный. Взрыв иного плана. Вероятно, принципиально изменится методика научной работы. С улыбкой будут вспоминать слова Шоу об узком специалисте. Потому что специалистом, ученым будет человек, способный в любую минуту знать все обо всем. Это даст ему возможность постоянно жить в мире новых идей, в атмосфере поисков. Видится в науке эпоха нового Возрождения, когда появятся новые Леонардо да Винчи, которым все интересно и которым все доступно.

## ЯЗЫК МАШИН

Прочитав эти слова, каждый вправе спросить: о каком языке может идти речь? Разве машины научились разговаривать, обмениваться друг с другом мыслями, спрашивать человека и отвечать на его вопросы? Невероятно, быть такого не может!

Действительно, всем известно, что язык — важнейшее средство человеческого общения и что язык — специфическая особенность человека. И вдруг: язык машин!

Да, все это так, и все же особый язык машин существует, и не просто существует, а развивается, и в своем совершенствовании поставил перед учеными не одну сложнейшую задачу.

В одной серьезной научной книге говорится, что на протяжении веков умственные орудия были преимущественно орудиями памяти и связи: они усиливали лишь способность мозга хранить поступающую в него информацию и передавать ее от органов чувств к мускулам или же от чувствительных орудий к исполнительным. Обе эти функции — память и связь — тесно переплетены друг с другом: одна — передача информации во времени, другая — в пространстве. Обе функции носят как бы пассивный характер: информация лишь сохраняется и распространяется, но не подвергается активной, целенаправленной переработке.

Уже ветка на дереве, которую какой-нибудь охотник на мамонтов загибал для запоминания обратного пути или для указания своего пути собратьям, была орудием памяти или соответственно орудием связи, а следовательно, умственным орудием.

В дальнейшем появились такие орудия памяти и связи, как письменность, книгопечатание, фотография, телеграф, телефон, звукозапись, кино, радио, телевидение. Без них совершенно нельзя себе представить современную цивилизацию.

Книга, на которую я ссылаюсь, специальная, поэтому в ней не говорится о вещах известных, о том, что во всех этих орудиях памяти и связи для передачи информации используются символы, знаки — коды, своеобразные языки, удобные средства общения и передачи мыслей.

На обычном языке закон сложения выглядит так: «Сумма складываемых чисел не зависит от того, в каком порядке мы их складываем». Этот же закон можно запи-

сать и так:  $a + b = b + a$ . В первом случае шестьдесят пять знаков, а во втором только семь — чуть ли не в десять раз меньше!

В языке символов знаки могут обозначать даже изучаемые человеком объекты, их свойства, отношения и операции над ними. Одно дело, когда вы просто прочитали: «вода», а другое — перед вами формула  $H_2O$ .

Новые умственные орудия человека, электронные вычислительные машины, оказались более совершенными орудиями. Им, естественно, потребовался и новый код — свой язык. Он оказался, с одной стороны, предельно простым, а с другой — чрезвычайно сложным, потому что призван выполнять многообразные функции, не те однозначные, что были нам известны до сих пор. В этих машинах информация не просто сохраняется и распространяется, а еще и активно, целенаправленно перерабатывается. Это привело к совершенно новым качественным явлениям!

Известный английский ученый Джон Бернал писал: «Теперь счетные устройства и их коды могут материально воплотить человеческую мысль в совершенно новые формы, в какой-то мере заменить язык. И даже пойти в своем развитии дальше языка».

Что же представляют собой эти новые формы?

Хочу сразу оговориться: здесь речь идет — в отличие от очерка «Диалог: человек — машина» — о несколько ином подходе к проблеме, главным образом о языке обобщенного программирования, о языке машинных команд, о машинных кодах команд.

Такой язык на данном этапе развития машин нужен для обмена информацией между людьми и ЭВМ; между людьми посредством ЭВМ; просто между ЭВМ; между ЭВМ и другими системами; а также внутри ЭВМ. Отсюда требования к нему: точность, краткость, компактность, однозначность понятий. Естественные языки именно благодаря многозначности входящих в них слов пока для современной машины не пригодны. Поэтому обширная отрасль лингвистики и логики занята созданием машинных языков.

Машина требует формальной системы языка, представляющего собой какую-либо знаковую систему, с помощью которой можно точно и конкретно передавать сведения.

Посмотрим, каким количеством символов (минимальным количеством) можно передавать сообщения. Оказывается, для этого достаточно двух символов, как в азбуке Морзе, где точкой и тире записывается какой угодно текст. Точку и тире можно заменить другими символами, например нулем и единицей — знаками двоичной системы счисления.

Возможностями этой системы люди интересуются давно. Особенно много занимались двоичным счислением с XVI по XVIII век. По просьбе знаменитого Лейбница в честь «диадической системы» (так тогда называлось двоичное счисление) была даже выбита медаль. На ней изображалась таблица с числами и простейшие действия по новой системе. По краю медали на ленте шла надпись: «Чтобы вывести из ничтожества все, достаточно единицы».

Но потом в течение почти двухсот лет на эту тему не было выпущено ни одной научной работы. Вновь о двоичной системе счисления заговорили в связи с математической кибернетикой. Двоичная система оказалась, в частности, очень емкой для языка машин.

Пользоваться двумя символами двоичной системы очень удобно. Можно каждый знак передавать и записывать с помощью электрического тока. В азбуке Морзе символы записывают, меняя продолжительность протекания тока по цепи (точка, тире). В электронных счетных машинах меняют амплитуду. Нет сигнала — ноль. Есть сигнал — единица. Это очень надежная для машины запись: на отсутствие или наличие сигнала машина реагирует четко.

В двоичной системе каждые две единицы данного разряда составляют единицу следующего разряда. Как «выглядят» числа в этом счислении, видно из примера. В нем сопоставлены двоичная и десятичная система. (Сначала число дано в первой системе, а в скобках во второй.)

«Еще в младших классах он проявлял себя весьмамышленым мальчиком. С задачами, которые сверстники решали полчаса, он справлялся за какие-нибудь 101—110 (5—6) минут. Одаренный недюжинным умом и неиссякаемой энергией, этот счастливцев окончил вуз на год раньше срока — за 11 лет (3 года) и в возрасте 10 100 (20) лет возглавил научно-исследовательскую лабораторию».

Двоичный код используется в ЭВМ в качестве языка представления данных. Он необходим для кодирования команд внутри машин.

Но одно дело запись чисел, совсем другое — решение многообразных задач.

Если мы хотим, чтобы электронная вычислительная машина решила, допустим, математическую задачу, специальному работнику надо перевести ее с обычного языка на язык машинной программы. Программа «распределяет» все действия машины, дает описания всех вычислительных процессов.

Иными словами, такой язык — это формальный язык для описания алгоритмов решения задач, учитывающий, что эти алгоритмы должны быть реализованы на вычислительной машине.

Беда в том, что для общения человека и машины создано очень и очень много машинных языков. Чтобы задания, сформулированные для одной машины, передать машине другой конструкции, программисты вынуждены их перепрограммировать. Опять затраты труда, времени!

За годы существования вычислительных машин появились тысячи искусственных машинных языков! АЛГОЛ, КОБОЛ, ФОРТРАН, ДЖОВИАЛ, ЛИСП, АЛЬФА, АЛКОПОЛ, АПЗ, МАТЕМАТИК... И, поверьте, трудно перечислить все остальные... Это какая-то Вавилонская башня машинных языков. Из них, вероятно, самый распространенный на сегодня АЛГОЛ.

Он возник не сразу. Долго шла подготовительная работа. Наконец, в 1958 году в Цюрихе собрали международную конференцию. И лишь к 1960 году ряд международных организаций, связанных с вычислительной техникой, создали рабочую группу, которая исправила обнаруженные в языке ошибки, устранила очевидные двусмысленности, внесла большую ясность — короче, усовершенствовала язык, ставший вначале известным под именем АЛГОЛ-60, а теперь АЛГОЛ-68.

Перед его описанием стоит эпиграф: «То, что вообще может быть сказано, может быть сказано ясно, а о чем невозможно говорить — о том следует молчать».

Вот почему в международном кибернетическом языке, языке-посреднике, всего пятьсот слов. Все их многообразие заключается между двумя алгольными символами: *begin* — начало работы и *end* — конец.

К сожалению, помимо машины ее язык могут понимать только специалисты — профессиональные программисты. Они сейчас стоят между машинами и человечеством как жрецы-посредники.

Безусловно, так всегда не будет. Скоро на армию машин уже не наготовишься посредников. Поэтому надо подумывать о дальнейшей судьбе машинного языка.

Меняются машины, совершенствуются способы вычислений. Расширяются области приложения вычислительных машин. Поэтому машинный язык не может быть чем-то мертвым, окостеневшим. Он должен жить, развиваться. К чему может привести это развитие?

... Хочу сразу же заметить, что я понимаю огромную сложность проблемы, к которой мы пришли в результате знакомства с языком машин; что мне в какой-то мере известны перипетии четырехвековой истории идеи всеобщего языка; и что речь идет о будущем. И все же...

И все же: все явления окружающей жизни, природа, сам человек, вся культура, весь опыт — все оказывает влияние на язык. Может ли язык оказаться инертным, невосприимчивым к развитию такого мощного орудия умственной деятельности, как быстродействующие электронные вычислительные машины?

Язык тесно связан с психологией человека. Разве машины посредством своего языка не окажут влияния на психику людей?

Язык — это связующее звено между обществом и человеком. В сферу этой связи теперь включается машина. Разве это не повлияет на язык?

Не могу здесь не привести интересных мыслей, высказанных академиком В. М. Глушковым. Суть их в следующем. Символы и отношения между ними в математике в какой-то степени автоматизировали наше мышление или создали особый способ его. Можно ожидать, что алгоритмы решения задач на вычислительных машинах также породят особый вид мышления, экономный и глубокий во многих отношениях. Этот процесс медленный, однако перспективный. Я не буду здесь касаться всех проблем всеобщего языка. Затрону лишь одну, в которой, вероятно, большую роль сыграют кибернетика и электронные машины с их языком.

Известны такие теории всеобщего языка. Теория вспомогательного языка. Теория вспомогательного и единого, то есть двух всеобщих языков. Теория выделения

всеобщего языка из национальных языков. И теория всемирного слияния языков. Трудно сейчас сказать, какая из них более других достойна внимания кибернетики.

Только что вы прочитали об информационном взрыве. Люди не знают, как справиться с обилием и многоязычием информации в науке и технике. Ученые ищут выход из языкового хаоса и в который раз задают себе вопрос: нужен ли науке всеобщий язык? Давно эта задача смыкается с другой — «языки точных наук, их особенности, значение и влияние на обычный язык».

Справедливо критикуют взгляды тех, кто утверждает, что национальные языки не могут быть полноценным средством общения между людьми и что современные национальные языки должны подвергнуться реформе по образу языков точных наук. Но, с другой стороны, невозможно не видеть реального процесса, вызванного к жизни потребностями переживаемой нами эпохи. Очевидно, по крайней мере для многих, что ни один национальный язык не может существовать обособленно. Единый календарь, единые меры, единая научная терминология, объединенные транспортные артерии, единая служба связи и метеорологии, усилия по овладению космосом международными экипажами (выход в космическое пространство, на другие планеты) — да мало ли есть в жизни причин и условий для языкового единения! На конгрессе математиков я сам наблюдал, как во время докладов люди из разных стран прекрасно понимали друг друга без переводчиков.

Вернемся, однако, к машинному языку. Уже сегодня видно, что расширение машинного языка приведет к «приручению» машин, и они рано или поздно, в свою очередь, «заставят» многих людей хорошо знать язык машин. И поэтому постепенно машинный язык начнет вторжение в обиход человека. В недалеком будущем машины потребуют для себя сверхязыка, который был бы применим для задач любого рода. Вероятно, такой язык будет пользоваться общедоступными словами. И постепенно, возможно, начнет исчезать пропасть между человеческим языком и машинным.

Не будет ли это гигантским скачком на пути к решению проблемы всеобщего международного языка?

Люди щедры. С легким сердцем передают они машинам то, чем владели единолично. К чему может привести

такая щедрость? Язык будущего — проблема настоящего, и весьма показательно, что в дискуссию о нем вступили электронные машины. Мы еще не слышали их последнего слова. Каким оно будет? И не придется ли людям довольствоваться неудобоваримым конгломератом, составленным наполовину из языков человеческого и машинного?.. Конечно, если человек не заставит машину говорить на своем человеческом языке.

### **ПРИВЫЧКА РАЗГОВАРИВАТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ЯЗЫКОМ**

Говоря о языке математики, подчеркивают точность формул. Я же, говоря о языке математики, хочу сказать о емкости слова.

В сугубо специальной книге по кибернетике меня поразила неожиданность раскрытия математической сути вопросов простыми словами.

«Элементарная конфигурация не может привести себя в состояние  $U$ . Она может «убить» себя, то есть остановить свою собственную активность при достижении ею, например, некоторого определенного возраста, но не может «похоронить» себя, то есть не может полностью перевести все свои ячейки в состояние  $U$  ... Например, мы можем потребовать, чтобы одна из функций, осуществляемых при нормальной деятельности элементарной конфигурации, заключалась в том, чтобы она передавала в различных направлениях сигнал: «Я жива». Кроме того, конфигурация должна «слушать» такие сообщения после того, как она «состарится» на  $\gamma'_0$  срабатываний, и начинать «похоронную» деятельность в тех направлениях, откуда сигналов нет. И наконец, конфигурация должна совершить «самоубийство», если ее возраст превышает  $\gamma'_0$  срабатываний и если она не занята «похоронами» одной из соседних «мертвых» конфигураций. Возраст «самоубийства»  $\gamma'_0$  определяет глубину  $d$  «бессмертной» волны».

Как необычны для математического описания трагедийные интонации, драматическая напряженность.

А в другом отрывке — ирония изыщного предостережения: «Опасность моделей, построенных на аналогии, — это принципиальная опасность увлечения слишком красивой моделью».

Даже самый точный математический термин «дифференциально-разностные уравнения» подчас требует



«человеческого разъяснения»: уравнивания с запаздыванием, или уравнивания с отклоняющимся аргументом.

А сколь математически пейзажны «конфигурации райских садов», или «садов Эдема»! И как трагедийно звучит в математической «теории катастроф» «принцип хрупкости хорошего!»

Редактора-математика уже не удовлетворяет выражение «наибольший возможный срок службы строго локализованных автоматов». И он в сноске пишет: «... удобнее пользоваться термином: «продолжительность жизни», а не «срок службы». Новые, более живые, более человеческие термины и выражения кое-где уже победили. Но старые продолжают жить в скобках: «расширяющаяся, но «смертная» (затухающая) конфигурация», «бессмертная» (незатухающая) волна».

Обрели права и поселились в специальных статьях и книгах «горячее резервирование», «холодное резервирование», «ненагруженный резерв», «облегченный резерв», «схема гибели», «выбывание из очереди», «нетерпения заявки», «распределение длины очереди», «распределение времени ожидания», «доверительные интервалы для вероятности безотказной работы», «коллективное поведение автоматов».

А как много у математиков сложных задач, называемых совсем просто: задача о коммивояжерах; задача о кратчайшем пути; задача о назначениях; задача о перевозках с промежуточными пунктами; задача о распределении поставок; задача о рюкзаке; задача о складе; задача об узких местах; задача с подвижными концами; задача о разорении. Это вам не «замыкание вычислительного алгоритма». И уж, конечно, не «дуальное уравнение» и не «дизъюнктивная нормальная форма минимальная».

Даже такая сложная область, как игры, нуждается в обыденном языке: азартная; без побочных платежей; бескоалиционная; выпуклая; вырожденная; кооперативная; позиционная; с выбором момента времени; и наконец, простая. Много игр — всяких, и все укладываются между двух — азартной и простой.

Интересно, как далеко пойдет этот процесс вторжения обыкновенных слов в абстрактнейшую из наук — математику?..

Р. С. Заканчивая очерк, я натолкнулся в журнале «Наука и жизнь» на статью «К вопросу об информации».

Может быть, я и не обратил бы на нее внимание, если бы не фамилия автора, с которым я знаком,— И. Грекова. Это писательский псевдоним ученого, ставшего теперь и автором известных повестей и рассказов. Она отвечает на вопрос, поставленный мною в конце этой заметки, и отвечает так, как будто знала, что я собираюсь его задавать. Посмотрите:

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

## РОМАН ИЗ УРНЫ

«Литературные способности» электронной вычислительной машины жидкуются на подборе слов и предложений по определенным правилам, строго предусмотренным программой. Она использует результаты статистического анализа структуры языка. Этот анализ позволяет установить частоту повторения в осмысленном языке букв и их сочетаний из двух, трех, четырех и больше букв. Исследование разнообразных текстов показало, в частности, что для русского языка характерно следующее распределение частот повторения или вероятностей появления букв алфавита (в процентах): «а» — 6,2, «о» — 9, «и» — 6,2, «н» — 53,3, «ю» — 0,6 и так далее.

Представьте себе урну, заполненную бумажными карточками. На каждой карточке написано по одной букве. Относительное количество букв в точности совпадает с их естественной частотой повторения в осмысленной русской речи. Что будет, если из такой урны машина станет вынимать наугад по одной карточке и складывать их одна к другой?

Вот первая машинная фраза:

«Еынт цияньа ерб однг ьумлолйк збяенвтша».

Здесь нет никакого смысла, и только отдаленно буквосочетания чем-то напоминают фразу. Если, однако,

урну пополнить карточками с двухбуквенными сочетаниями в количестве, пропорциональном их частоте повторения, то машина напишет нечто более похожее на русскую фразу:

«Умароно кач всанный рося ных ковкров недар».

Учет частоты повторения трехбуквенных сочетаний приводит к следующему:

«Пока пот дурноскака наконецно зне стволонил се твой обниль».

Здесь уже машина составила целые осмысленные слова: «пока», «пот», «твой».

Почти русская фраза получается, если продолжить математическое уточнение структуры нашего родного языка и учесть частоту повторения четырехбуквенных сочетаний:

«Весел вратсья не сухом и непо и корко».

Уточнение структуры языка, естественно, должно привести к учету частоты повторения целых слов в текстах того или иного содержания. Тогда машина будет оперировать со словами, и в зависимости от того, из какого лексикона эти слова взяты, составлять фразы.

Поясню общую идею такого процесса.

Возьмем любой роман и выберем в нем первое попавшееся слово. Затем будем листать страницы до тех пор, пока не найдем выбранное нами слово. Рядом с этим словом запишем слово, которое следует за ним. Потом найдем это второе слово в последующем тексте и запишем слово, стоящее за ним. И так будем действовать до тех пор, пока не получим какой-то текст.

Вот пример такого подбора:

«Голова и перед лобовой атакой на английского писателя что характер этого пункта является следовательно иной метод для букв что время тех даже обсуждать проблему неожиданного».

Даже при первом взгляде угадывается какой-то «смысл» в этой фразе, имеющей формальную грамматическую схожесть с настоящей. А ведь она получена с помощью механического процесса, подчиненного статистическим законам языка. В беспорядочно составленные слова внесена некоторая упорядоченность, и вы испытываете легкое беспокойство и озабоченность по поводу состояния английского писателя.

Невольно задаешь себе вопрос, а не содержится ли в этом возможность создания литературных произве-

дений? Нельзя ли, вооружаясь определенными правилами, составлять из слов литературные комбинации?

«Полноте! — воскликнет читатель. — Это черт знает что такое. С таким — и в литературу!»

Не спешите с возмущениями. И жизнь сложна, и литература необъятна, и наука еще не сказала своего последнего слова — всякое может быть...

Во-первых. В русском языке около пятисот тысяч слов. Но наиболее употребительных слов всего от 2000 до 2500. Даже у Пушкина, великого знатока и мастера русского языка, в литературной речи были не все полмиллиона слов, а всего 21 197. Ученые обнаружили, что сто наиболее часто встречающихся слов составляют двадцать процентов устной и письменной речи. Полторы — две тысячи слов — это уже восемьдесят пять процентов. Вероятность встретить одно из десятков тысяч остальных слов оказывается меньше пятнадцати процентов.

Во-вторых. Еще Декарт сказал: «Слова состоят из букв алфавита, предложения из слов, которые можно найти в словаре, и книги из предложений, которые можно найти у других авторов. Однако если то, что я говорю, содержательно и связано таким образом, что следует одно из другого, то вы столь же можете порицать меня за заимствование моих предложений у других, сколь и за заимствование моих слов у словаря».

В-третьих. В 1929 году в последний раз был издан на русском языке роман Корнелиуса Крока «Зеленые яблоки», который выдержал свыше 628 изданий! Автор романа был возведен буржуазными издателями в ранг гениального писателя XX века. Вот как он рассказывает о технике написания своего произведения.

«Вы спрашиваете меня, как я создал такой замечательный роман... Сидя долгие дни в одиночной камере, я был лишен всего: и газет, и книг, и бумаги... Наконец надо мною сжалились и дали груду романов без начала и конца и, по-видимому, разных авторов... И вот тогда я ухватился за произведения неизвестных авторов, я вырывал страницы из разных книг и соединял их в порядке развертывания моего сюжета. Я рад, что явился новатором, открывшим новый способ создания блестящих бестселлеров. Только ножницы и клей!»

Из каких же произведений сшит этот роман писате-

ля, не написавшего ни строчки? Писателем, который, сам того не ведая, «имитировал» литературную работу электронной вычислительной машины? Книга смонтирована из отрывков детективных романов Эдгара Уоллеса, Хеллера Мориса, Магра и других. Крок поработал ножницами и над книгами Герберта Уэллса, Стефана Цвейга, Р. Стивенсона, Джека Лондона, Марка Твена.

У Корнелиуса Крока нашлись подражатели. Недавно французский журналист Патрик Тевенон заменил чернильницу банкой клея, а перо — ножницами. Затем он склеил из газетных и журнальных вырезок роман «А. А.», опубликованный парижским издателем Чу.

«Мне всегда хотелось выпустить книгу, — рассказывает «автор», — но писать ее у меня не было никакого желания. Поэтому я решил склеить книгу. Героиней я сделал актрису, потому что много пишу о спектаклях. Сюжет выбрал самый обычный: героиня бедна, она хочет покончить с собой, но ей это никак не удается...»

### ЛОШАДЬ ПО ИМЕНИ ЧАРЛИ

Норберт Винер, который без подготовки мог сделать доклад на английском, немецком, французском и испанском, свободно говорил по-китайски, по-датски, по-итальянски — в общем, на тринадцати языках, писал:

«...Что касается проблемы механического перевода, то, откровенно говоря, я боюсь, что границы слов в разных языках слишком расплывчаты, а эмоциональные и интернациональные слова занимают слишком большое место в языке, чтобы какой-нибудь полумеханический способ перевода был многообещающим... В настоящее время механизация языка... представляется мне преждевременной».

Уже к 1958 году во всем мире существовали три программные системы для машинного перевода технических текстов. Самая совершенная — советская — обладала запасом в 952 слова.

Итак, появилась машина-переводчик? Погодите радоваться. Для практического использования машин не хватит... людей, утверждалось в одной статье.

Машина могла бы прочесть 1 800 000 букв в минуту, но чтобы снабдить ее перфорированными карточками,

понадобилось бы двенадцать тысяч машинисток, работающих со скоростью десять тысяч букв в час. Кроме того, для проверки и редактирования потребовалось бы десять — двенадцать тысяч редакторов и, пожалуй, еще столько же машинисток. Выходит, что одну только переводческую машину обслуживал бы целый город с населением в пятьдесят — сто тысяч человек.

Конечно, за минувшие годы многое изменилось в машинном переводе. Машина теперь требует внимания неизмеримо меньшего количества людей. Но все же трудностей еще много.

И прежде всего — искажения. Какова степень точности перевода с одного языка на другой? Остроумный эксперимент французских лингвистов показал результат, очень похожий на игру в испорченный телефон. Четырнадцать опытных переводчиков сели за круглый стол так, чтобы каждый знал язык соседа справа. Первый переводчик, немец, написал на листке бумаги предложение: «Искусство пивоварения так же старо, как и история человечества», и передал листок соседу слева. Сосед перевел с немецкого на испанский, написал это на другом листке и тоже передал соседу слева. Так, предложение пошло по кругу, и каждый переводил его на свой родной язык. Наконец, оно вернулось к немцу на венгерском языке. Он перевел его и с удивлением прочитал: «С давних времен пиво является одним из любимых напитков человечества».

Большое препятствие для машины — идиоматические выражения. Английское слово *charleyhorse* машина переводит как «лошадь (по имени) Чарли», тогда как оно означает «судорога в икре ноги». *Foulproof* — «защищенный от нежелательного воздействия» — дословно переводится как «защищенный от дурака».

Французская фраза: *Absorption comfortable des vibrations* — «комфортабельное поглощение колебаний», а в действительности в технике фраза означает «гашение колебаний, обеспечивающее комфортабельность езды». *Das d'ânes* — «возвышенные дорожные неровности» — буквально переводится: ослиные спины. *Coups des raquettes* — «колебания в вертикальной плоскости» — дословно: взлеты ракет.

Если машина спотыкается на фразах, то что же она сделает с таким текстом, как окончание повести Гоголя «Нос»?

«...А однако же, при всем том, хотя, конечно, можно допустить и то, и другое, и третье, может даже... ну да и где же не бывает несообразностей? А все, однако же, как поразмыслишь, во всем этом, право, есть что-то. Кто что ни говори, а подобные происшествия бывают на свете; редко, но бывают».

Как здесь не вспомнить слова Н. Некрасова о трудностях перевода: «Передавать близко стихи иностранного поэта русскими стихами вообще трудно, часто труднее, чем прямо писать русские стихи».

Машинам пока еще не до переводов сложного текста.

Сколько ошибок они делают, работая над самыми простыми переводами!

Так, один из первых переводов с английского на русский содержал следующую фразу: «...это верно безусловно для обширной категории задач, связанных с силой и движением, так что **хочем** ли мы знать будущий путь Юпитера в небесах или путь «электрона...»

Однажды машина перепутала слова «один» и «два». И вместо «двух» выдала в первый раз «однух», во второй — «однум».

Электронная машина допустила ошибку, которой стыдился бы даже посредственный школьник. Делая грамматический разбор предложения «Дочь генерала читала книгу», машина причислила слово «генерала» к глаголам, указав даже его время. Казус произошел из-за того, что в конечном звукосочетании существительного машина увидела распространенное глагольное окончание. Конечно, виноваты ученые. Это они не познакомили машину с явлениями в языке, которые лингвисты называют ложной омонимией флексий.

Любопытный случай произошел с машиной, когда она переводила статью из английской газеты «Таймс», в которой шла речь о переводах с помощью электронной вычислительной техники. Машине встретились слова «железный занавес». Она «задумалась» и, опустив этот непонятный термин, продолжала переводить дальше.

Другой случай. Американская машина при переводе названия статьи академика С. Н. Вернова «Знать тайны Космоса» исказила смысл до неузнаваемости — «Откроем тайный Космос»(?!).

...Конечно, за минувшие годы многое изменилось в машинном переводе. Но трудностей еще много... Скажем прямо, настоящего машинного перевода пока еще нет.

## **МАШИННЫЕ «ШЕДЕВРЫ»**

За последние несколько лет машины не перестают пробовать свои «творческие» силы во многих жанрах. Электронные стихи и рассказы не новость для искусственного читателя. Кибернетические машины написали несколько сценариев и пьес. С изрядным успехом уже исполнялись машинные сюиты, гимны и песенки, вроде довольно популярной в некоторых странах «Красотки с-кнопочным управлением».

Сумела машина и графически, в «художественных образах», воплотить смысл математических абстракций.

Итак, перед вами выступают «электронные авторы».

Сначала машины-прозаики.

Автор Мук — электронный мозг Манчестерского университета.

### **Любовное письмо**

Мое маленькое сокровище! Моя вразумительная привязанность чудесно привлекает твой ласковый восторг. Ты мое любящее обожание, мое распирающее грудь обожание. Мое братское чувство с затаенным дыханием ожидает твоего дорогого нетерпения. Обожание моей любви нежно хранит твой алчный пыл.

Твой тоскующий Мук.

Другой «автор» — «Калиоппа», французская электронная вычислительная машина.

### **Отрывок из рассказа**

Мой горизонт состоит лишь из красной портьеры, откуда с перерывами исходит удушливая жара. Едва можно различить мистический силуэт женщины, гордой и ужасной: эта знатная дама, должно быть, одно из времен года. Кажется, она прощается. Я больше ничего не вижу и продвигаюсь к занавесу, который мои руки смущенно раздвигают. Вот, по ту сторону, странный трагический пейзаж; циветта скребет землю, птицы летают с обеих сторон, садятся на ветви деревьев, наполовину иссохших. А тут и черепаха, застывшая неподвижно: она почувствовала мое присутствие. Но почему она покрыта инеем! Мальчик подбегает; его пухленькие руки, его серьезное и смуглое лицо придают ему вид молодого героя.



Машинная проза представляет собой, конечно, образец самой модернистской литературы, весьма далекой от реальности. Для сравнения приведу отрывок из сборника «Дневник мертвеца» французского литератора Марселя Беолю.

### **Залы готового платья**

Я не опускаюсь, я скорее падаю, камнем падаю в воду. На поверхности образуется круг, в центре которого — я. Потом какой-то яростный катаклизм перемещает меня, я оказываюсь на поверхности этого круга и вынужден снова его пересечь. И снова я падаю, и снова всплываю — и так до тех пор, пока не облекусь до конца в человечье обличье. Каждый круг, образуемый моим погружением, — это просторный круглый зал, в котором я должен как можно стремительнее, пока он не исчезнет, выбрать свой облик земной.

Потом выступают машины-поэты.

Машина «РЦА-301» научилась писать белые стихи. Словарный запас «поэта» — сто тридцать слов. Размер стихов жестко задан. Машина пишет сто пятьдесят четверостиший в минуту. Названий стихам не дает, а только их нумерует.

#### **Стихотворение № 027**

Пока жизнь создает ошибочные, совершенно пустые образы,  
Пока медленно время течет мимо полезных дел,  
А звезды уныло кружатся в небе,  
Люди не могут смеяться.

#### **Поэма № 929**

Пока слепо плыл сон  
над разбитыми надеждами,  
Космос с болью сочился  
над разбитой любовью,  
Был из скрытных людей  
свет твой медленно изгнан,  
И небо не спало.

Знатоки поэзии говорят, что это произведение напоминает стихи поэтов Элиота и Каммингса.

Вот другое стихотворение.

Все девушки рыдают, словно тихие снега,  
У ложа эта девушка не будет плакать.  
Дожди суть глупые любовники, но я не робок.

Запнуться, простонать, идти, та девушка плыла  
Под парусом и в конторе.  
Не показательные, свежие, глухие поцелуи  
Не слишком сыры.  
Та девушка нежная и немая.

Опытные литераторы находят в нем сходство со стихами «модных» молодых поэтов.

А эти стихи написаны ЭВМ фирмы «Дженерал пресижн корпорейшн»:

Отрыгивать,  
не хвастаться —  
это значит обхват,  
Высокая бухта  
колыбельных песен  
Сдержанно раздавила жука.  
Ваша наука так крохотна  
и холмиста.  
Да, я не рецепт  
нефритового программиста...

Вот сравнительно большое стихотворение из книги на немецком языке «Компьютерная лирика».

#### **Нежный мрак**

Потоки стонут,  
Песни трепещут,  
И радостный сокол омрачает горный свет;  
Стволы блестят,  
Пристани колышутся,  
И нежный мрак ждет близкого резца.  
  
Сосны спешат,  
Муравьи вяжут узлы,  
Над желтой волной плачут светлые башни,  
Ветви вздымаются,  
Цветы мигают,  
И пестрый лес окутывает темные бури.  
  
Решетки простираются,  
Танцоры бегают,  
Глубокое дерево поет о свете,  
Сердца рукоплещут,  
Боги жаждут,  
Но нежный лес заливают густая вода.

Наибольших успехов машины добиваются там, где правила стихосложения наиболее строгие, — например при создании японских трехстиший хайку.

Вот два стихотворения. Одно принадлежит большому мастеру хайку — Босё, другое было создано машиной.

Апрельский ветер  
Ивы листья колышет —  
Бабочек крылья.

В дымке туманной  
Белые хризантемы —  
Снежные хлопья.

В Америке стало известно о творчестве электронного поэта-инкогнито. По признанию критиков, его стихи «имеют по крайней мере не меньше смысла, чем те, которые читают поэты в кофейных Гринвич Виллдж». Собирались даже выпустить целую книгу этих стихов. К сожалению, я не могу привести здесь ни одного примера. Как пишет газета «Санди таймс», эксперт, руководивший машиной, заявил, что робот «ужасно порнографичен, и до сих пор мы ничего не могли с этим сделать».

Эпизод с электронным поэтом «инкогнито» показывает, что машина «сочиняет» те стихи, которые хотел бы получить от нее программист.

Все стихи, приводимые мною ранее в этой и других моих книгах, давались в переводах, хотя и предельно близких к оригиналу и с сохранением их «машинного» облика, но все же это переводы, а не оригиналы, а значит, прошли через руки человека.

Но вот появились и стихи на русском языке. Машине было задано два параметра: стихотворный размер четырехстопный ямб и формула чередования рифм (абаб).

Вот что из этого получилось.

Абдрапапупа лакемóдин,  
Хорбородунда фатербрá:  
Белбóн сум дéри оребóдин...  
Келебранáса ол перрá.

Будóм! Варáхха! Орребрá!

Последняя строка стихотворения является отсебятиной машины. Ей было задано сочинять только четверостишия.

В марте 1977 года в редакцию журнала «Автоматика и телемеханика» поступили стихи, сочиненные машиной. Напечатаны они были через год в статье «О программе, сочиняющей стихи». Всего машина сочинила 21 стихотворение. Я на свой вкус выбрал пять.

2. Быстрый — как будто тень спала —  
Высокий месяц.  
И паутина умерла  
Зимой над лесом.
8. И перламутровый узор  
Точеный бледный  
Над озером ответил взор  
Печальный бедный.

12. Добрый реет шелест  
Плачет пустота  
Слушают качели  
И поет беда  
Стань покорно горе  
Томно тишь летит  
И прозрачно море  
Тайно шелестит  
И бежит земная  
Незаметно тень  
Медленно лесная  
Славит влажный день.
15. И старый небосвод пустеет,  
Уйдут закаты, тяжелы,  
Быть может, в хрустале белеют  
Сегодня ласково стволы?
20. Злой музыкант, дрожа вернись,  
Ломая краски!  
И сила, также устыдись!  
Бред сонный, вязкий...

И остальные шестнадцать стихотворений в том же духе. Но вот одно любопытное обстоятельство. Почему-то не обращают внимания на примечание, сделанное автором программы. Оказывается, знаки препинания в некоторых местах стихотворений расставлены им. Насколько важна для смысла написанного расстановка знаков препинания, знает каждый. Достаточно вспомнить общеизвестное:

Казнить нельзя, помиловать.  
Казнить, нельзя помиловать.

Начитавшись машинных стихов, кое-кто может задать вопрос: а не взорвут ли роботы Парнас? Нет, не взорвут. Мы пока еще только научились рифмовать плохие стихи с помощью хороших электронных машин.

А вот примеры музыкальных произведений.

На машине «ИЛЛИАК» Иллинойского университета в США было запрограммировано сочинение сюиты для струнного квартета. Сюита «Иллиак» состоит из четырех частей.

Другой пример — мелодия, сочиненная машиной Гарвардского университета.

Советский ученый и музыкант Р. Х. Зарипов положил много труда, чтобы обучить музыкальной грамоте и сочинению мелодий электронную вычислительную машину «Урал». Его «электронный композитор» создал большой

цикл музыкальных миниатюр, объединенных названием «Уральские напевы».

А недавно Рудольф Хафизович прислал мне письмо: «Посылаю машинные мелодии — более интересные, чем те из «Уральских напевов», которые были напечатаны в Вашей «Кибернетической смеси» 1973 года... Надо заметить, что в отличие от некоторых экспериментов по машинному сочинению музыки, которые проводятся зарубежными исследователями, я не делаю никаких «улучшений» этих мелодий — ни одна из нот, выданных машиной, не была «исправлена» или изменена человеком».



*Новые мелодии, сочиненные машиной «Урал»*

Как вы оцениваете машинную музыку? Положительно или отрицательно? Затрудняетесь ответить?

Не только перед вами ставится такой вопрос. На него уже отвечали слушатели в массовом эксперименте, который проводили исследователи электронной музыки. Школьникам, студентам, научным работникам, математикам, музыковедам проиграли несколько популярных мелодий, сочиненных композиторами, и музыку, сочиненную ЭВМ. Надо было по пятибалльной системе дать оценку каждой мелодии.

Результат удивителен: машинная музыка получила во всех экспериментах более высокую оценку, чем мелодии композиторов!

Один участник эксперимента написал на бланке: «Вся машинная музыка — не музыка, нет чувства...» Однако при оценке мелодий он, сам того не сознавая, предпочел машинные.

Но все это, конечно, не говорит, что на смену человеческой музыке идет машинная — до этого еще очень далеко, дальше, чем думают те, кто работает над проблемой создания электронных мелодий.

Первые робкие попытки ЭВМ в электронной графике и живописи полностью сохраняли математический дух, и первые машинные произведения не выходили за рамки графического выражения математических формул.

Хотя, если не быть уж слишком требовательным, то можно было и тогда увидеть в машинной графике определенные признаки красоты.

Со временем ЭВМ совершенствовались как художники. Уже не замысловатые фигуры, звезды, воронки, строго симметричная мозаика, пирамиды, россыпи осколков появлялись из-под их «карандаша», а даже изображения людей. Сначала все было весьма условным и примитивным, как будто циркулем и линейкой вычерчено. Но потом появились «оригинальные» портреты — женщина с ребенком, мужское лицо. Машины «срисовывали» памятник Богдану Хмельницкому в Киеве и Тимирязеву в Москве. Потом выполнили серию рисунков для детей, изобразили ребячьих любимцев: зайцев, уток, кошек, щенят. Все это были рисунки черно-белые. Но вот для меня явились полной неожиданностью цветные рисунки ЭВМ. Я встретился с ними в Японии. Группа ученых во главе с профессором механико-математического факультета Токийского университета Сигеру Витанабе создала на ЭВМ цветной узор из четырех стрекоз — гармоническое, несколько суховатое сочетание ярких линий (фрагмент использован на титульном листе книги), а потом графическое повторение картины Укиёэ, традиционной для японского искусства. Я рассматривал их с удивлением. Но вскоре увидел и другие образцы черно-белой и цветной машинной графики, сделанные на других ЭВМ, в других странах. Все эти образцы цветного рисования ЭВМ сделаны в приятной цветовой гамме и представляют собой интересное орнаментальное решение.

Думаю, на нынешнем этапе главное применение машинной графики и живописи — прикладное. С помощью ЭВМ можно изготовить оригинальные фирменные знаки, необычные заставки и виньетки для книг и журналов. Неожиданность графического исполнения, находок ЭВМ делает их незаменимыми изобретателями водяных знаков для ценных бумаг, документов, денег. Машина по-

может модельеру в создании новых фасонов платья, а портному-закройщику — в поисках наиболее экономного раскроя материала. А какой простор откроется для создания необычных узоров тканей, витражей, обоев, ковров, новых форм промышленных изделий!

Стоит ли пытаться, как это делают некоторые, тащить ЭВМ в сферу «чистого» искусства, для них пока недоступную!

...Примите все эти произведения за первый том машинного творчества и, пожалуйста, попытайтесь ответить на вопрос, который задал в газете с многомиллионным тиражом один советский журналист, побывав в Лондоне на выставке «кибернетического искусства»: «Если это искусство, то при чем тут кибернетическая техника, если же это техника, то где же все-таки искусство?»

### ИСТОРИЯ ОДНОЙ МИСТИФИКАЦИИ

Работа над книгой о кибернетике «Быстрее мысли» была в полном разгаре. Все лето 1957 года мы с моим соавтором сидели в разных комнатах «голубятни» дома на Соломенной сторожке, что рядом с парком Тимирязевской академии.

Все шло хорошо и плавно. Пока не свалился к нам, как снег на голову, подстрочник английских стихов. Его принес маститый ученый, известный советский математик. Вот он, этот подстрочник:

Ночь кажется чернее кошки черной,  
Но очертания луны уже начали плавиться в небесах.  
Невысказанная радость устремляется к свету  
И усталыми крыльями бьется о лучезарный берег.  
Измученный кочевник бредет один,  
Забыв об осторожности, по краю обрыва,  
К ней устремляет он свое неугасимое сердце,

Не думая о снежной пропасти, которая ждет его.  
Забутые страхи ползут по разбитой стене,  
Густые тени скрывают очертания моря,

Ветер повторяет крик чайки  
И звуками утра будит дремлющий дождь.  
Догорающие свечи бросают  
беспокойные блики,  
А мотыльки кружатся вокруг огня  
в честь Бастера.

Стихи были более чем кстати: их написала машина. А мне так необходим был пример машинной поэзии для главы «На литературном поприще», которую я к тому времени заканчивал.

Как-то в разговоре с поэтом Владимиром Котовым я упомянул о машинных стихах. Он очень заинтересовался ими и взялся сделать перевод по подстрочнику. Перевод Котова был помещен в нашей книге.

Ночь кажется чернее кошки этой,  
Края луны расплывчатыми стали,  
Неведомая радость рвется к свету.  
О берег бьется  
    крыльями усталыми.  
Измученный бредет один кочевник,  
И пропасть снежная  
    его зовет и ждет.  
Забыв об осторожности, плачевно  
Над пропастью  
    мятушийся бредет.  
Забывший страх ползет под потолки,  
Как чайка, ветер.  
    Дремлет дождь.  
    Ненастье.  
А свечи догорают...  
    Мотыльки  
Вокруг огня все кружатся  
    в честь Бастера.

Через год я узнал, что о машинной поэзии написал для «Литературной газеты» статью Илья Сельвинский. На мое письмо с просьбой прислать образцы машинных стихов он ответил: «Статья моя, написанная для «Литературной газеты», была основана на фактах, которые любезно сообщил мне доцент С. А. Стебаков. Речь шла об изобретении проф. Джона Яффи: электронной машине, сочиняющей стихи. Однако соответствующий отдел газеты выяснил, что никакого такого Яффи на свете не существует, материалы т. Стебакова являются мистификацией американских юмористов — и, таким образом, статья моя была похоронена».

Мистификация!.. А у меня в книге эти же стихи! Увы, узнал я слишком поздно: книга уже печаталась. И стихи пошли гулять по свету...

Они появились в книге Л. Теплова «Очерки о кибернетике». Здесь перевод был несколько иной, более гладкий.

...Ползучий страх к развалинам приник,  
И тени кружатся, край моря очертив,



И ветер повторяет чайки крик,  
Дождю-мечтателю дав утренний мотив...

Упомянула стихи «Ночь кажется чернее кошки этой...» поэтесса и критик А. Адалис в своей книге «Любите поэзию».

Летом 1960 года машинные стихи прозвучали с трибуны пленума правления Союза писателей РСФСР. Докладчик Леонид Соболев не сказал, что стихи машинные, и аудитория осудила автора за «упадочничество и эпилгонство». Тогда под хохот собрания докладчик сообщил, что стихи написала машина. Правда, он почему-то сказал, что их «между делом» сочинила электронная машина Новосибирского академгородка. Это же было сказано в 1963 году и на ленинградском симпозиуме по комплексному изучению художественного творчества.

В июльском номере журнала «Молодая гвардия» за 1961 год в статье кандидата физико-математических наук А. Мицкевича «Поэты и математики» злосчастные стихи стали предметом разбора достоинств и недостатков машинной поэзии. «Отвлекаясь от довольно туманного содержания стихотворения, — писал автор, — можно заметить, что машина довольно хорошо справилась с ритмикой стиха и рифмами».

Через пять лет после выхода в свет книги «Быстрее мысли» в первом номере «Юности» за 1963 год в статье А. Киреевой «Отстаёт ли поэзия?» цитировались все те же стихи.

Критикесса ругала поэта В. Котова за плохие стихи, приводя в качестве примера лучших стихов — машинные. Отдадим должное знатоку поэзии — А. Киреевой: и стихи, которые она разругала (В. Котова), и стихи, которые она оценила выше, чем котовские (машинные), написаны были... Котовым!

Много еще было приключений у этих стихов: их много цитировали и много печатали.

В конце 1967 года я получил письмо от доктора физико-математических наук Г. Ф. Хольми: «Посылаю Вам 11-й номер журнала «Вопросы философии», в котором опубликована моя статья «Логика поэзии».

Открываю журнал, и — о, ужас! — на 119-й странице «мотыльки вокруг огня все кружатся в честь Бастера». Ученый пытается на примере этих «машинных» стихов выяснить причины восприимчивости машинной поэзии как поэтического произведения среднего уровня.

Читатель может спросить, почему же до сего времени не появлялось в печати разоблачения этой мистификации?

Появлялось, и не раз. Первая публикация была в журнале «Молодая гвардия» в сентябрьском номере 1965 года. В разделе «К спорам о кибернетике и творчестве» я напечатал статью «Соперник не серьезен...», в которой все рассказал. Реакции не последовало. Тогда я повторил публикацию в газете «Московский комсомолец» в номере от 11 января 1968 года. На этот раз название статьи не вызывало сомнений: «История одной мистификации». И, конечно, реакция последовала. Кандидат технических наук И. Б. Гутчин в брошюре «Кибернетические модели творчества» отметил печальный факт. В сборнике материалов к Всесоюзной конференции «Методологические проблемы кибернетики» сказано, что «критики были посрамлены». В книге профессора Б. С. Мейлаха «На рубеже науки и искусства» это событие удостоилось в примечании неопределенного рассуждения, как будто еще не все ясно: «...что касается «сочинения» стихов машиной, то отделить здесь факты от мистификации пока трудно». В монографии кандидата физико-математических наук Р. Х. Зарипова «Кибернетика и музыка» о совершившемся сказано со всей определенностью. Книга критика Б. М. Рунина «Вечный поиск» тоже по этому поводу не оставляет сомнений.

Хорошо, может сказать читатель, но между публикацией «машинных» стихов и разоблачением мистификации прошли годы. Почему все не было сделано раньше?

Может быть, потому же, почему остались стихи и во многих последующих изданиях книги «Быстрее мысли» у нас в стране и за рубежом.

Когда я прочитал статью в американском журнале «Computers and Automation», то никаких сомнений не оставалось: статью писал человек, хорошо знающий принцип машинного сочинения стихов.

В шутовском рассказе Элизабет Томас (скорее всего это псевдоним) с такой точностью описала принцип машинного стихосложения, что, несмотря на фантастический сюжет и юмористическое отношение к машине-поэту и ситуации, в которой она работает, принцип этот ясен.

В конце концов неважно, эти или другие стихи сочи-

нила машина. Важны принцип машинного стихосложения и большая похожесть придуманных стихов с теми, какие сочиняют машины теперь.

...Признаюсь, я не подозревал, что мое разоблачение мистификации с машинными стихами вызовет такой «шум», что на него обратят внимание столько людей, главным образом тех, кто отстаивает и защищает в разной степени и по разному поводу «машинные позиции».

Например, позвонил доцент МЭИ С. А. Стебаков и потребовал меня «к барьеру». Звонили и писали другие защитники Машинной поэзии и грозились «принять меры», «разоблачить», «наказать» и тому подобное. И что больше всего удивило — у всех оттенков грусти по поводу разоблачения и нотки порицания в адрес «виновного». Ну что я могу ответить? Только одно: вероятно, невозможно не только развивать науку, но даже ее комментировать, не заглядывая в первоисточники.

Упоминание истории со стихотворением «Ночь кажется чернее кошки черной» вновь стало появляться в печати уже в самое последнее время. Теперь комментарии машинных стихов выглядят совсем по-другому. Многие хвалят «эксперимент» со стихами и даже часто ссылаются на него, когда подвергают критике «отчаянных» кибернетиков, утверждающих возможность использования кибернетических методов в творчестве. А в опубликованных докладах Международной конференции по искусственному интеллекту, состоявшейся в 1980 году, и в третьем выпуске сборника «Число и мысль» этот «эксперимент» был назван «блестящим экспериментом В. Пекелиса». Я, конечно, благодарен за столь лестный отзыв, но считаю своим долгом сказать, что специально эксперимента я не готовил, не ставил и не проводил. Он возник самопроизвольно, получился случайно, произошел сам собою.

### АЛГЕБРА УПРОЩАЕТ...

Итак, на проблему «кибернетика и творчество» существует два взгляда. Одни утверждают: кибернетика все может; другие: творчество область специфическая, и кибернетика здесь не помощник и уж, конечно, не соперник.

Возьмем, к примеру, музыку. Могут ли машины сочинять музыку? Как известно, сочинять музыку можно

по-разному. Мне приходилось слушать многие машинные музыкальные сочинения. Внимательно проанализировав их, можно прийти к выводу: чтобы сочинять примитивную музыку, не надо быть композитором. Зря некоторые композиторы опасаются, что «раз! — и гармонизирован Чайковский. Два! — и заменены гармонии Бетховена, Грига, Прокофьева». Конечно, это не так. С этим не спорят и те, кто придерживается крайних взглядов. Назовем их сторонников — «крайние». Но вывод, к которому они подводят, весьма далек от истины. «Крайние» утверждают, что «речь идет о моделировании творческого процесса». Нет, вывод пока преждевременный. Мы еще не имеем такого прекрасного инструмента для анализа творчества.

Один из крупнейших математиков А. Н. Колмогоров, причисляющий себя к «крайне отчаянным кибернетикам», несмотря на кибернетическую отчаянность, заявил буквально следующее: «На сегодня мы еще очень далеки от осуществления и описания высших форм человеческой деятельности, мы даже еще не научились в объективных терминах давать определения многих встречающихся здесь категорий и понятий, а не только моделировать такие сложные виды этой деятельности, к каким относится создание музыки».

Вероятно, «крайние» принадлежат к группе более «отчаянных кибернетиков», чем академик А. Н. Колмогоров. Но и тогда свою позицию надо подкрепить фактами. А их нет. Более того. Академик А. Н. Колмогоров даже указывает в известном докладе «Автоматы и жизнь» именно на машинное сочинение музыки как на «пример упрощенного подхода к проблемам кибернетики».

Не менее упрощенно сегодня трактуются (при анализе моделирования различных видов интеллектуальной деятельности на электронных вычислительных машинах) и такие сложные вопросы, как машинный перевод и «литературные способности» автоматов.

Пока еще нельзя говорить о подлинном моделировании перевода на машинах. Для перевода, например, с французского на русский машине требуются довольно сложные программы, содержащие множество команд. И это для простого текста из книги по математике.

А в какие программы уложить все трудности тесной связи предложений художественной литературы с самой природой языка, с бытом и жизнью народа?

Для перевода разговорного языка и художественной прозы нужны словари в десятки тысяч слов, да еще специальные словари идиом, чтобы можно было переводить на другой язык выражения, вроде «съел на этом деле собаку». Как не вспомнить здесь шутку Джона Бернала.

Когда в Лондоне появились первые сообщения о сложности машинного перевода, какой-то остряк сочинил следующую историю.

Машина получила задание перевести на русский язык английское предложение: *Out of sight — out of mind* (соответствует русскому: с глаз долой — из сердца вон), что она и сделала. Для проверки от нее потребовали произвести обратный перевод на английский. Получилось: *An invisible madman* (соответствует русскому — невидимый идиот).

Более озорной вариант того же анекдота таков. Первоначальным предложением было изречение из Евангелия: *The flesh is weak, the spirit is strong* (плоть слаба, но дух силен), а при обратном переводе с русского оно превратилось в *The meat is soft, the vodka is strong* (мясо мягкое и водка крепкая).

Еще больше, конечно, возникнет трудностей при переводе стихов, не говоря уже о попытках сочинения их машинами. Ни для кого не секрет, что машина, «сочиняя» (и то по тщательной программе, составленной человеком), всего-навсего грамматически правильно собирает слова в предложения. И только. Машина подходит к тексту как к набору букв и слов, которые можно «увязать», «согласовать» по определенным программам. Где же здесь «проникновение в творческий процесс»? Это всего лишь весьма примитивное моделирование с помощью математики и машин чисто внешних факторов явления, имеющих весьма отдаленное отношение к творческому процессу. Этак можно дойти и до того, что называть пишущую машинку моделью писателя: и там и здесь итог один — буквы на бумаге составляются в слова, а слова — в фразы.

Вот почему удивляешься утверждениям «крайних» о каких-то «скептиках», обижающихся на раскрытие кибернетикой «тайн» творчества. В наше время это выглядит по меньшей мере странно: еще идут разговоры о подходах к проблеме и пока неизвестно науке ни одной полностью раскрытой кибернетикой «тайны» творчества.

Обычно, чтобы подкрепить выводы об успехах кибернетики в творчестве, ссылаются на то, что когда математика вторгается в какую-либо область, в ней наводится порядок. Это так. Но в данном случае уместно привести остроумное высказывание крупного американского ученого-кибернетика Джона Р. Пирса: «Хотя порядок и необходим искусству, однако посредственное искусство страдает как раз от избытка порядка».

В связи с затронутой проблемой необходимо сказать и о семиотике. Это сравнительно новое научное направление. Объект его приложения — любые системы знаков, используемые человеком. А поскольку знак есть носитель информации, семиотика получила большое практическое значение. Например, есть исследователи, которые считают, что методы семиотики в гуманитарных науках, возможно, сыграют роль математики в естествознании.

И здесь не обошлось без поспешных заключений. Некоторые исследователи стали утверждать, что семиотика поможет найти «общее математическое выражение» для прекрасного в человеческих произведениях и в природе. При этом произведение искусства ими рассматривается как текст, состоящий из символов, в который каждый подставляет собственное содержание.

Представители такого взгляда на семиотику думают, что, располагая достаточным набором эстетических знаков, правилами их сочетания и «общим математическим выражением прекрасного», можно будет попытаться синтезировать произведение искусства.

Они считают, что искусство, как и язык, в каждый данный момент характеризуется стремлением к некоторой норме наряду с отклонением от нормы. И когда эти отклонения становятся частыми, они сами образуют новую норму (в этом отношении аналогия с самовоспроизводящими системами в кибернетике).

И среди семиотиков нашлись свои «крайние», которые поспешили раздвинуть ее рамки до некоторого всеобщего метода в искусстве.

Вероятно, семиотика вряд ли станет универсальным средством для анализа искусства. Чем она обогатит теорию искусства, пока говорить преждевременно: слишком мало сделано, слишком ограничены наблюдения, слишком сложен объект изучения.

И все же... И все же математические методы необходимы сегодня теории искусства и литературы, так же как они необходимы естествознанию.

В искусстве и литературе, в музыке и эстетике мы без всякого опасения прослыть неточными пользуемся определениями: больше, меньше, выше, ниже, красивее, полнее, ярче, светлее, громче, содержательнее. В науке и технике это совершенно недопустимо. Возможно, мы приближаемся к такому времени, когда встанет вопрос об «уточнении» искусствоведческих терминов?

В эру кибернетики для математических методов появляется больше возможностей проникновения в сферу искусства и литературы. Но это совсем не значит, что искусство сегодня нуждается для своего развития в машинах, а не в идеях, не в глубоких и оригинальных методологических поисках, и что техника, быть может, будет скоро играть главную роль во всех видах искусства.

Сторонники математического анализа искусства часто приводят теперь слова пушкинского Сальери: «...Поверил я алгеброй гармонию», стыдливо опуская начало стиха: «... Звуки умертвив, музыку я разъял, как труп». К сожалению, это так. Алгебра сегодня только инструмент для формального анализа в искусстве и действует покуда, как скальпель хирурга. Мы лишь в туманной дали, еле-еле замечаем признаки превращения этого режущего инструмента в одухотворенное перо поэта.

Очень важно соблюдать чувство меры при попытке объяснить искусство.

### **ВИНЕР И «АМЕРИКА»**

Как-то, просматривая журнал «Америка», я натолкнулся на статью Норберта Винера «Останется ли машина рабом человека?». Когда читал, у меня было ощущение, что читаю это не первый раз. Маленькая сноска — «Переведено с разрешения журнала «Сайенс» — напомнила, где я видел статью раньше.

Винер выступил 27 декабря 1957 года в Чикаго в Американской ассоциации содействия развитию науки перед Комитетом по улучшению благосостояния человеческого общества с лекцией, которую в обработанном виде журнал «Сайенс» напечатал 6 мая 1960 года в

№ 3410 на страницах 1355—1358 под заголовком «Некоторые моральные и технические последствия автоматизации».

«Америка» уверяет советских читателей, что «каждая точка зрения доходит до читателя» и что она в «борьбе его за внимание отражает каждый важный или спорный факт».

Я не поленился и перелистал все комплекты журнала, начиная с того, где была, по-моему, напечатана первая статья о кибернетике и Винере. Могу прямо заявить: статьи в журналах «Америка» и «Сайенс» отличались друг от друга не только заглавием. В «Америке» в статье был пропущен большой кусок, в котором Винер высказывается весьма отрицательно об использовании кибернетических машин для военных целей.

Случайно ли такое сокращение?

Не кто-нибудь, а сам президент Джонсон заявлял тогда, что в США ежегодно машины заменяют труд двух миллионов рабочих. Значит, каждую неделю сорок тысяч человек, чьи руки и мозг заменили автоматы, задают себе вопрос: что же дальше?

Не кто иной, как Винер, создав кибернетику, задумался над проблемой: как быть с автоматами, этими дьяволами, пожирающими людей? Он писал: «Те из нас, кто приложил свою руку к развитию новой науки — кибернетики, морально находятся, мягко выражаясь, в неприятном положении. Мы создали науку, в которой одинаково заложены технические предпосылки для добра и зла».

Он был очень обеспокоен тем, что «внезапное, ничем не компенсируемое вытеснение... труда машинами неминуемо вызвало бы катастрофическую безработицу».

Ученый, как говорят, забил во все колокола. Он стоял на встрече с лидерами американских профсоюзов, чтобы предупредить их о социальных последствиях автоматизации.

Нет, журнал «Америка» не замалчивает социальных и экономических последствий автоматизации. Но он преподносит нам, читателям, вершки, а не корешки. Поэтому мы узнаем все, что думает Роми Дж. Силс, тридцатипятилетний техник калифорнийского завода фирмы «Локхид», — он лишился работы. Его «вытеснили машины, но он не падает духом». И мало что узнаем о тревогах и опасениях Винера.



Силс, если верить «Америке» (я основываюсь на статье Г. Джорджа Харриса), своего рода статистическая единица — один из тех почти сорока тысяч трудящихся, которые еженедельно теряют работу из-за автоматизации. Но стоило ему с головой уйти в учебу, как он «через три недели нашел другую работу».

Журналист, так просто устраняющий со страниц журнала остроту проблемы, пишет:

«Большинство статей и книг об автоматизации говорят лишь о беспомощных жертвах, вытесняемых с производства машинами. А потому, по вполне понятным причинам, порой кажется, что всех нас ждет участь оказаться без работы (между прочим, то же самое замечает и Силс: «Зевать сейчас нельзя, иначе очутишься за бортом». — В. П.). Мысль эта нас угнетает... однако такой страх не что иное, как миф, который легко разобьет любой знающий экономист».

А вот Винер, вопреки утверждениям Харриса, совсем не считал безработицу, порождаемую автоматизацией, мифом. Он во всеуслышание заявил: «Совершенно очевидно, что внедрение автоматических машин вызовет безработицу, по сравнению с которой современный спад производства и даже кризис 30-х годов покажется приятной шуткой».

Обходит острые углы журнал «Америка». Вот почему он выбросил и кусок о войне из статьи Винера. А кусок весьма существенный.

«Нельзя утверждать, что обучающиеся машины станут использовать для программирования нажатия кнопки в «кнопочной» войне. Вероятнее рассматривать область, в которой необучающиеся автоматы, возможно, уже используются. Здесь совершенно исключено программирование обучающихся машин на основе подлинного опыта реальной войны. Если бы подобный опыт для необходимого программирования уже имелся, не исключено, что человечество было бы стерто с лица земли.

Более того, у методов ведения кнопочной войны тенденция к быстрым изменениям, так что к моменту накопления необходимого для программирования опыта основу обучения пришлось бы изменять коренным образом. Поэтому программирование обучающейся машины для таких целей пришлось бы основывать на чем-то вроде военных игр, примерно так же, как в настоящее вре-

мя обучаются на военных играх искусству военной стратегии командиры и штабные работники. Но тогда, если правила, ведущие к победе, в военной игре не совпадают с нашими действительными желаниями для своей страны, скорее всего машина выберет стратегию, которая приведет к номинальной победе по очкам. Но за эту победу по очкам, возможно, придется заплатить слишком дорогой ценой, даже ценой национального сохранения».

Для Винера это был не проходной кусок, а очень важный. Темы войны ученый касался не однажды. Вот что он писал, например, во втором издании «Кибернетики» в главе девятой «Об обучающихся и самовоспроизводящихся машинах»:

«Самая большая опасность сейчас — это третья мировая война. Заслуживает внимания вопрос: в какой мере часть этой опасности может корениться в неосмотрительном применении самообучающихся машин?»

Ученый недвусмысленно говорит: «Ошибка в этом отношении может означать лишь немедленную, полную и окончательную гибель».

Что после этого можно сказать? Большой ученый бьет тревогу, а журнал «Америка», печатая статью, выбрасывает беспокоящие его мысли.

Винер известен как антимилитарист. Он писал: «Особенно счастлив, что не несу никакой ответственности за создание атомной бомбы». Он отказался в свое время принять участие в совещании, которое Пентагон устроил в Гарвардском университете, чтобы привлечь ученых к разработке военных проблем. Он считал, что участие ученых в гонке вооружения безнравственно, что это обрекает их на своеобразное рабство.

Трудно представить Винера ученым, для которого существует только наука, а в науке только кибернетика. «Я не придерживаюсь мнения, что человек науки должен замкнуться в башне из слоновой кости,— писал Винер,— жить исключительно жизнью интеллекта, быть совершенно безразличным к применению, какое могут получить его идеи. Напротив, он должен оказывать непосредственное влияние на отчуждаемые от него результаты и не должен превращаться в простой инструмент, питающий идеями других людей, которые могут не видеть возможностей, какие он видит, и которые просто заинтересованы в непосредственных результатах в со-

ответствии с неким собственным кодом. Ученый не может достигать личной и неограниченной свободы мысли ценой утраты чувства моральной ответственности, которое только и придает этой свободе значимость».

Вот почему он говорил, что ученые не могут быть фальшивомонетчиками, они не имеют права лгать народу, больше того, они не могут обманывать самих себя.

В наше время обманом могут заниматься не только реакционные политики. Обманывает и ученый-генетик, строя фундамент для «научного расизма». Обманывают и микробиолог, изыскивающий средства бактериологической войны, и химик, который трудится на агрегатов для войны химической, и физик, разрабатывающий для империалистов средства массового уничтожения.

Если ученый делает открытие и к нему приходят дьяволы войны, а не ангелы мира — этот ученый против человечества. И Винер был против ученых, делающих работу за дьявола. Он заявил о себе как ученый-гуманист, как человек прогрессивных взглядов. Он был против тех, кто желал бы превратить и кибернетику в современную социальную алхимию, как это пытаются делать в «Америке».

#### ЧЕЛОВЕК 010203

Познакомьтесь с содержанием фельетона «Проклятая кибернетика» знаменитого американского фельетониста Арта Бухвальда.

«Счета нам рассылаются обычно в виде перфорированных карточек для электронных вычислительных машин. На карточках крупными буквами напечатано: не гнуть, не мять, не скручивать! У меня есть приятель, который терпеть не может, чтобы ему указывали, что ему делать и чего не делать со счетами.

Однажды, к моему ужасу, он принялся прямо у меня на глазах гнуть, мять и скручивать только что полученный счет.

— Остановись, что ты делаешь! — воскликнул я, задрожав.— В Соединенных Штатах проклятье падет на голову того, кто будет гнуть, мять и скручивать счета.

Приятель расхохотался:

— Бабы рассказы! Америка ведь страна свободы, не так ли?

— Только для тех, кто не гнет, не мнет и не скручивает счета.

— Заячья душонка! — сказал он. — Я не позволю какой-то ЭВМ командовать мною.

Прошло несколько месяцев. Однажды в каком-то баре я снова встретился с приятелем. Он был небрит, немыт и нетрезв.

— Что случилось? — спросил я.

— Проклятье! — простонал он. — На меня обрушилось проклятье.

И он поведал мне свои злоключения. Отослав тогда погнутую и смятую карточку, он через неделю получил новую. На той было напечатано: «Мы предупреждаем вас не Г., не М. и не С. Вам дается последний шанс».

— Я смял карточку и отослал ее обратно, — сказал приятель. — Посмотрим, чья возьмет, думал я. Тут-то все и началось. Прежде всего забастовал телефон. Я лишился возможности переговариваться с кем бы то ни было. Я отправился в телефонную компанию. Меня встретили очень мило, но, отыскав в картотеке мою фамилию, нахмурились. Затем барышня сказала строго:

— Здесь говорится, что вы смяли свой счет.

— Счета за телефон я не мям.

— Совершенно неважно, какой именно счет вы смяли. Наша ЭВМ знает, как вы обращаетесь с другой ЭВМ. Поэтому наша отказывается иметь с вами дело.

— А откуда она узнала?

— Центральная кибернетическая машина сообщает всем ЭВМ фамилии лиц, которые гнут, мнут и скручивают счета. Боюсь, что мы ничем не можем вам помочь.

Приятель опять отхлебнул из стакана.

— История повторилась, когда мне отключили сперва электричество, а затем газ. Все выражали сочувствие, но помочь никто ничем не мог. В день получки не дали чека. Я пожаловался своему начальнику, но он только пожал плечами: «Я тут ни при чем. Платит машина». Наличных у меня не оставалось ни цента. Пришлось написать чек на банк, где у меня открыт текущий счет. Чек вернули непокрытым с печатью: «Неуважение к кибернетике».

— Бедняга! — посочувствовал я.

— Это еще не все. Какая-то ЭВМ до того рассвирепела, что не пожелала прекратить мою подписку на «Ридерс дайджест», а вместо того довела ее до астрономической цифры. Я сейчас ежемесячно получаю десять тысяч экземпляров журнала.

— Столько тебе не прочитать,— сказал я.

— Жена ушла от меня, потому что не переносит скандальных историй, а кроме того, боится, что и ее выбросят из «Клуба лучшей книги месяца».

Слезы брызнули у него из глаз.

— Ты выглядишь просто ужасно,— сказал я.— Не лечь ли тебе в больницу?

— Не могу! — вскричал он.— Меня лишили и медицинской страховки!»

...Вы вправе спросить, зачем я все это рассказал. Вы-де не собираетесь ни Г., ни М. и ни С. Здесь затрагивается тенденция, наметившаяся на Западе во взаимоотношениях между человеком и вычислительной машиной. Эта тенденция уже сегодня беспокоит многих.

Компьютер ограничивает и личные и общественные свободы людей. С его помощью теперь устанавливается абсолютное наблюдение над личностью — о ней собирается в электронное досье полная информация. Занумерованный человек, какой-нибудь 010203, теряет свое лицо и становится объектом постоянного наблюдения машины. Она следит за номером его водительского удостоверения; за номером его социального страхования; за номером кредитных карточек, по которым покупаются продукты, товары, бензин; за номером страхового полиса; за номером подписки на газеты и журналы. За номером 010203 следят на работе, дома, на улице, в больнице, в общественных местах, за перепиской, за телефонными разговорами.

Под номером человек известен и предпринимателю, и финансовым органам, и налоговому инспектору, и полиции, и правительству.

От рождения до смерти человек, получивший номер, подвластен машине. Она все о нем знает, все замечает, обо всем помнит: что делает, что читает, что говорит, чем болеет, где и как лечится, что и с кем говорит. И не дай бог этому 010203 попробовать Гнуть, Мять, Скручивать пресловутую карточку — символ кибернетической жизни в кибернетический век. Кара последует незамедлительно. Машина не выпустит человека из электронных сетей, которыми опутаны все люди от 000001 до 999999...

Машинная жизнь словно древний Молох пожирает человека, находящегося в тисках компьютерных объятий. Их не разомкнуть в условиях капиталистического

применения техники. Об этом очень точно и образно говорят сами представители буржуазного общества. В нем сегодня человек поставлен в условия полной механизации труда, быта, отдыха; подвластен стандартизации культуры, основательному конформизму в мышлении, во взглядах, поступках, да еще опутан всеобъемлющим компьютерным учетом.

Воистину страшна эта «машинная жизнь», несущая угрозу человеческой личности, человеческому духу, свободе человека.

Как видим, не случайно фельетон американского автора назван столь определенно — «Проклятая кибернетика» и обращен к читателю с предупреждением: «Не Г., не М. и не С.!»

### ПЕСТРЫЕ ЗАМЕТКИ

Среди вороха записей и набросков по кибернетике, которые у меня накопились за много лет, есть такие, что при всем моем желании с трудом пополняются. Они просто не пускают к себе, не дают положить рядом с собой никакой другой заметки: «Э, об этом у нас уже сказано», «Не годится, длинно», «Слишком серьезно».

Все вместе это маленькое собрание раскрывает немало интересных вопросов, связанных с кибернетикой. И что самое главное, крохотные заметки заставляют думать, улыбаться, философствовать, сожалеть или радоваться.

«Все хорошее — от человека», — говорил Михаил Пришвин. И в то же время он тонко различал — человек и человек.

Один услышал впервые радио, не поверил, а потом удивился и стал расспрашивать, стараясь понять, почему же это выходит. Другой, не интересуясь причинами, сразу же сделался потребителем, как будто так и должно все делаться в интересах его персоны. Вот такой человек и является «современным», он привык к изобретениям самым необычайным и считает их тем же, чем мы считаем силы природы. Такому человеку нет никакого дела до тех Коперников, Галилеев и всяких других «мучеников науки», они мучились, а он теперь спокоен, и нам — солнце, ему — электричество, нам ветер, ему — вентиля-

тор. Все очень естественно, он спасен, значит, освобожден от мучения: его же все мучение состоит в том, чтобы пробиться в люди и завладеть этими ценностями.

Я был удивлен, даже поражен, как тонко, «кибернетически» понимали люди раньше то, что называют «второй природой». Л. Бурдо в книге «Силы индустрии» на рубеже нашего века говорил: машины, столь разнообразные по своему строению и способам действия, представляют собой нечто вроде нового царства природы, промежуточного между миром неорганических тел и живыми существами, которое, обладая пассивностью первых и способностью действия вторых, эксплуатирует и то и другое в нашу пользу. Машины являются как бы подделками под одушевленные существа, способные принудить косное вещество к правильной деятельности. Железные их скелеты, стальные органы, ременные мышцы, огненная душа, пытящее дыхание, сопровождаемое выделением паров и дыма, правильный ритм движений, вырывающиеся у них временами резкие и жалобные свистки, выражающие как бы энергетическое усилие, а иногда даже и боль — все это вместе придает им фантастическое оживление, которое вызывает наяву грезу неорганической жизни.

Еще определеннее по этому поводу высказался философ-материалист Поль Лафарг: «Будущее принадлежит машине. Оно заменит людей во всех отраслях производства, даже при сооружении машин. Она сама себя будет размножать, предоставляя людям роль надсмотрщика — роль очень ограниченную, так как электричество в ней займет место нервной системы».

Задумывались ли вы, какие проблемы могут возникнуть во взаимоотношениях человека и машины?

На заводе установили электронную вычислительную машину для оперативного управления производством. И машина... отобрала у руководителей цехов главное для управления — информацию.

Сложные возникали случаи. Например.

Машина передала в цех очередное задание. Мастер, просмотрев его, со злорадством («наконец-то этот робот дал маху!») отстучал на телетайпе, что задание невыполнимо: нет таких-то деталей. Не успел мастер отойти,

как телетайп «ожил»: робот заявил — детали есть. Мастер снова проверил — нет. Машина стоит на своем. Преппирательство явно затягивалось. И тогда робот отбарабанил, что детали в таком-то количестве были произведены вчера в таком-то цехе, а затем проделали такой-то путь и попали, наконец, именно в данный цех. Дескать, ищите лучше!

Стали искать. Выяснилось: кладовщик, зная, что эти детали дефицитные, хорошенько припрятал их.

Продолжение этой же темы в несколько ином плане.

Вице-президент одной из крупнейших американских инвестиционных фирм «Уолстон энд компани» Хэддерер, заходя в отдел, где стояла электронная счетная машина, в отсутствие других сотрудников проделывал в перфорационных карточках одно лишнее отверстие. Карточку вставляли в машину — доходы компании сокращались, а прибыли семьи Хэддерер соответственно возрастали. Ловкое мошенничество продолжалось восемь лет.

У Хэддерера нашлись подражатели. И не один. В Западной Европе и США с помощью компьютеров совершены тысячи преступлений. Действия преступников облегчены тем, что там, где созданы вычислительные центры (в банках, учреждениях, на предприятиях), упразднены все контрольно-финансовые органы — велика вера в непогрешимость ЭВМ! А предприимчивые мошенники не дремлют.

Дело дошло до того, что знаменитая страховая компания Ллойда ввела новый вид страховки — от воровства с помощью ЭВМ!

Но, оказывается, электронные машины «не желают» быть «орудиями преступления». Так, некто Уорд, двадцатидевятилетний эксперт по ЭВМ из Сан-Франциско, был арестован за систематическую кражу ценной информации из блока памяти вычислительной машины. Украденная информация оценивалась в двадцать пять тысяч долларов. Вор попался, когда машина объявила, что ею неправильно пользуются...

У электронных вычислительных машин есть враги и другого рода, хоть это тоже враги тайные.

Нейлоновая рубашка, шерстяной свитер или радар в ближайшем аэропорту могут быть причиной ошибок в работе электронной вычислительной машины. Когда опе-



ратор в шерстяном свитере встает со стула, создается заряд статического электричества, который при соприкосновении оператора с переключателем на пульте управления ЭВМ разряжается и способен вызвать срабатывание какого-нибудь реле в схеме ЭВМ.

Было обнаружено, что при хождении по синтетическому ковру в сухой комнате (с относительной влажностью около тридцати процентов) человек может накопить заряд пять тысяч вольт. Но даже при разряде в пять тысяч вольт он чувствует только легкое покалывание. Компьютер же «чувствует» разряд в две тысячи вольт — этого оказывается достаточным, чтобы произвести переключение в цепи машины.

Однако самая большая опасность таится за стенами вычислительных центров. Так, радар, расположенный на аэродроме в нескольких сотнях метров от ЭВМ налогового ведомства США, начисто «стер» электронную память компьютера. Копии записи не оказалось, и уничтоженные данные до сих пор не восстановлены. Аналогичная опасность может исходить от радиостанций, расположенных вблизи ЭВМ.

Применение вычислительных машин, умных машин, идет в первую очередь в области научной работы. Но ученых почему-то не тревожит мысль о возможной якобы замене их машинной. Почему же высказывают беспокойство по этому поводу врачи, поэты, педагоги, композиторы? Не сказывается ли здесь инерция мышления? Думаю, что сказывается. Там, где применение машин непривычно, они вызывают опасения, а где уже работают и известен круг применения, опасений не вызывают.

Все это я записал в 1960 году — двадцать лет назад. А сейчас, что изменилось сейчас? Ничего. Может быть, дело не в инерции мышления?..

Интересно, все ли представляют себе масштабно вычислительные возможности машин?

Вот всем известное число  $\pi$ , равное  $3,14159265+$ , которое буквально завораживало некоторых математиков прошлого. Его старались вычислить как можно до большего знака после запятой. Например,  $3,141592653589793238462643383279+$ . Но это не рекорд. Здесь всего тридцать десятичных знаков. Математик Шенкс в свое время потратил жизнь на то, чтобы вы-

числить число  $\pi$  с точностью до семисот семи десятичных знаков. Недаром на его могиле лежит плита без единой надписи — на ней изображен только знак  $\pi$ .

Теперь же вычислительная машина получает сто тысяч десятичных знаков этого числа за несколько часов. Если это число написать полностью, оно займет в длину без малого двести пятьдесят метров!

Где только и для чего только не применяют теперь ЭВМ. Вот пример, можно сказать, совершенно необычный.

...Ночью ураганный ветер угнал плашкоут, пришвартованный к теплоходу «Лев Толстой» в Усть-Камчатском порту. Находившийся на борту шкипер Василий Савочкин стал подавать сигналы бедствия ракетами. Однако из-за сильного снегопада они не были замечены. Ураганный ветер и подводные течения потащили баржу в океан. На поиски пропавшего плашкоута вышли суда, самолеты, вертолеты. Но мешала непогода.

Тогда обратились к электронной вычислительной машине. Получив данные о скорости и направлении ветра и течений, она определила координаты плашкоута. Они оказались точными. Баржа была доставлена в порт приписки.

Моряку В. Савочкину пришлось совершить необычный дрейф в штормовом Тихом океане целых шестеро суток и в столь необычной, тревожной обстановке встретить Новый 1971 год. И таким не совсем обычным способом его спасли, чему он, когда узнал, более всего удивился.

Читая о проблемах логики, узнал, что есть смысл разработать некую «серую» в отличие от «черно-белой», работающей по принципу «да» — «нет», — логику. Оказывается, есть ученые, которые утверждают, что «современные цифровые вычислительные машины представляют собой металлические воплощения элементарной прямолинейной школьной логики». Эти ученые предлагают «физиологические факты», которые позволят построить другие, менее логичные, но более умные машины.

Одному из рецензентов книги не понравились эти заметки о «серой» логике, и он раздраженно написал:

«Рассуждения о логиках телеграфны и непонятны...»; и далее: «За последнее десятилетие в кибернетике появилось несколько ключевых проблем, которые, как мне представляется, стоило бы обсудить в книге типа «Кибернетической смеси». Ибо проблемы эти играют весьма важную роль в том, как и куда будет развиваться кибернетика, или более точно, то, что принято сейчас называть «искусственный интеллект».

Одну из таких ключевых проблем я включаю в книгу так, как мне предложил рецензент:

«О нечеткой математике Л. Заде \* говорить для широкого читателя нужно. Это глобальный отказ от сути строгой математики, который должен привести к «переоценке ценностей». Хотя модель самого Заде очень слаба и «Савл еще не стал Павлом», но в ближайшие годы мы будем свидетелями быстрого развития совершенно новой по духу нечеткой математики, которая явно уже вылезает из пеленок классических схем. Близко связано с этим новое понимание формальной логики, отказ от силлогистики Аристотеля, казавшейся единственно возможной. Переход к псевдофизическим логикам (временной, пространственной, причинно-следственной и многим другим), служащим для рассуждений о реальном мире (а не о мире высказываний, как у Аристотеля). Без этих логик не обходится человек и не смогут обходиться интеллектуальные системы, создаваемые в настоящее время».

А второй рецензент этой книги по этому же поводу высказался так: «Но, разумеется, в рамках одного лишь подхода Заде наивно ожидать преодоления всех трудностей «искусственного интеллекта».

...Как говорят, пусть рассудит всех время.

При всеобщей одержимости, скажем помягче, преклонении перед ЭВМ и кибернетикой как-то ободряюще, что ли, звучат слова о том, что не все «компьютеризуется», не все подчиняется демону кибернетикомании.

Недавно из прелюбопытной книги француза Э. Ле Руа Ладори «История климата с 1000 года» мне стало ясно, что действительно в колебаниях климата есть какой-то ритм, но он «не ритмичен» и нащупать его нельзя с помощью кибернетики. И вообще естествознание на-

\* Американский специалист в области автоматического регулирования и теории систем.

шего времени ставит задачи, требующие применения системологии, то есть науки о неуправляемых и неуправляющих (в отличие от кибернетики) системах.

В кибернетической литературе часто встречаются работы американца Марвина Л. Минского. Его все чаще и чаще цитируют. И он довольно прочно заселяет страницы научно-популярных книг.

Вот что он в стиле «между прочим» пишет об интеллектуальности: «Когда говорят о проблеме искусственного интеллекта, имеют в виду создание машин и программ для них, способных решать задачи, которые мы считаем интеллектуальными.

Определение искусственного интеллекта, естественно, зависит от того, какая деятельность считается интеллектуальной. Интеллектуальность можно определить лишь относительно степени непонимания задачи наблюдателем. Когда метод решения ясен до конца, излишне приписывать ему такое мистическое свойство, как «интеллектуальность». Большинство математиков испытывают нечто подобное в отношении к математическим результатам: трудно сохранить ощущение того, что теорема «глубока», когда ее доказательство до конца понятно. Вместе с пониманием приходит и ощущение потери.

Некоторые программы для вычислительных машин уже продемонстрировали возможности, которые, если бы шла речь о человеке, могли бы быть названы интеллектуальными».

Какой прекрасный ответ тем, кто заявляет: «Я поверю в возможность машинного мышления только тогда, когда машина докажет известную теорему Ферма». Не часто ли мы к машинам предъявляем требования более высокие, чем к людям?

Злые слова говорят иногда ученые не только по поводу умных машин, но и умных людей.

Английский ученый Р. Берл:

— Мне кажется, что одной из причин, побуждающей создать думающую машину, является крайняя ограниченность наших собственных умственных способностей.

А вот ученый Бремерман установил предел возможности машины. Он доказал, что ни одна вычислительная машина никогда не сможет обрабатывать более  $10^{47}$

двоичных единиц информации на один грамм массы машины в одну секунду.

Интересно, сумеет ли когда-нибудь самая что ни на есть умная машина решить задачу, которую вот уже тринадцать лет из любознательности решает писатель Эдмунд Лов. Он захотел самолично испытать богатство и разнообразие блюд в нью-йоркских ресторанах. Идя в алфавитном порядке по меню, он отведал уже две с половиной тысячи обедов и дошел до буквы «М».

Умные машины, умные машины...

Перед зданием библиотеки Массачусетского технологического института установили новый электрический фонарь, снабженный выключателем с «магическим глазом», который автоматически включает фонарь с наступлением темноты. Однако как только фонарь вспыхивает, ночь перестает быть ночью, и «магический глаз» поспешно тушит фонарь. По последним сведениям, фонарь мигает безостановочно и неумоимо — от заката до восхода солнца.

Много шума наделала книга профессора Колумбийского университета Мортимера Таубе «Вычислительные машины и здравый смысл», вышедшая в русском переводе в 1964 году (издательство «Прогресс»). В то время когда все, буквально все, нахваливали кибернетику и все, что связано с нею, он осмелился написать:

«Термин «моделирование», встречающийся при рассмотрении машин, доставляет почти столько же беспокойства, что и термин «мозг». Он, очевидно, допускает некоторую степень родства (между оригиналом и моделью), но что более важно, он может быть неполным или абстрактным. Например, фунт сыра можно моделировать, положив на другую чашу весов фунтовую гирию. В данном случае моделируется вес сыра, но не вкус, не запах, не питательные свойства. На это могут возразить, что, дескать, вес является «основной» характеристикой сыра, и коль скоро он (вес) смоделирован, остальными свойствами можно пренебречь. К сожалению, большая часть литературы по моделированию мозга написана именно в духе этого возражения».

К сожалению, и профессор Колумбийского университета иронизирует тоже в духе своего собственного возра-

жения. Говоря о машинном разуме, кибернетики не кладут на одну чашу весов сыр, а на другую просто гирию. «Мы имеем в виду не только моделирование функций мозга, но и воспроизведение их», — заявляют они. Действительно, трудно сказать, что самолет полностью моделирует полет птицы — он летит. Точно так же электронная машина не моделирует во всем объеме, например, игру в шахматы — она играет.

Не менее заметной оказалась и книга американского философа Хьюберта Дрейфуса «Чего не могут вычислительные машины», выпущенная в 1978 году издательством «Прогресс» в переводе на русский язык. В ней представлено развернутое изложение линии скептического отношения к перспективам создания системы «искусственный интеллект».

Что любопытно. Книга Мортимера Таубе «Вычислительные машины и здравый смысл» имела подзаголовок «Миф о думающих машинах». А книга Хьюберта Дрейфуса — «Критика искусственного интеллекта». На том этапе обсуждался вопрос о «думающих машинах», теперь — об «искусственном интеллекте», а суть одна: может ли машина мыслить?

Я часто задаю себе вопрос: как я сам отношусь к умным машинам? И сам себе отвечаю такой историей.

В Англии, как и во многих других странах, для выписки всевозможных счетов применяются специальные электронные вычислительные машины. Один предприниматель не пользовался некоторое время энергией от городской электростанции (он поставил собственный движок). Но тем не менее получил счет от электронного бухгалтера. Счет вполне справедливый — на 0,00 фунтов стерлингов. Поскольку такой счет оплачивать бессмысленно, предприниматель бросил его в мусорный ящик. Вскоре пришел второй счет, за ним третий — с грозным предупреждением. Тогда предприниматель послал чек на 0,00 фунтов стерлингов. Электронная вычислительная машина успокоилась.

Конечно, это не разум, это безупречная логика. А если машины приобретут и разум?.. То они, вероятно, не захотят оставаться машинами...

## СОДЕРЖАНИЕ

Тридцать лет спустя . . . . .	7
Диалог: человек — машина . . . . .	9
Не вдруг, не сразу . . . . .	15
Существо дела и только существо дела . . . . .	20
Шагая по выставкам . . . . .	27
Машины, скорости, будущее . . . . .	30
Автоматизация автоматов . . . . .	39
ВЦ, ВЦ, ВЦ... . . . .	44
Драги науки . . . . .	47
Преступление и наказание . . . . .	51
О предках и предшественниках . . . . .	60
Почему 1843, а не 1834 . . . . .	66
Самая древняя наука . . . . .	68
Пчелы, муравьи и кибернетика . . . . .	78
Добавление к одной биографии . . . . .	82
Нужны ли формулы листьям и земле? . . . . .	85
Несколько эпизодов из личного знакомства с телепатией . . . . .	89
Человек, кибернетика и бог . . . . .	105
Творчество, душа, эвристика . . . . .	110
Искусственный интеллект . . . . .	115
Итак, машины за шахматной доской . . . . .	122
Прошлое под судом машин? (ЭВМ и история) . . . . .	129
«Рассуди, машина!» (ЭВМ и право) . . . . .	133
На суд людской (ЭВМ и любовь) . . . . .	138
Машина обучает . . . . .	148
Применяется ли кибернетика в спорте? . . . . .	151
Человек и машина: что каждый может . . . . .	158
Быстрее машины . . . . .	159
Просчеты счетных машин . . . . .	163
По электронному велению, по моему хотению . . . . .	167
Машины для рождения машин . . . . .	172
Последний эпизод из жизни роботов . . . . .	177
Убьет ли кибернетика изобретательство? . . . . .	183
Так ли легко нажимать кнопки... . . . .	188
С разных точек зрения... . . . .	193
Старость и кибернетика — Фауст и Мефистофель? : . . . . .	199
Неужели киборг? . . . . .	218
Машины и предвидения . . . . .	223
Война и кибернетика . . . . .	232
Информационный взрыв . . . . .	233
Язык машин . . . . .	242
Привычка разговаривать человеческим языком . . . . .	248
Роман из урны . . . . .	250
Лошадь по имени Чарли . . . . .	253
Машинные «шедевры» . . . . .	256
История одной мистификации . . . . .	263
Алгебра упрощает... . . . .	267
Винер и «Америка» . . . . .	271
Человек 010203 . . . . .	275
Пестрые заметки . . . . .	278

Виктор Давыдович ПЕКЕЛИС  
КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ СМЕСЬ  
Издание третье, исправленное  
и дополненное

Главный отраслевой редактор В. П. Демьянов  
Редактор Н. Ф. Яснопольский  
Мл. редактор М. А. Вержбицкая  
Оформление В. И. Пантелеев  
Худож. редактор Т. С. Егорова  
Техн. редактор Н. В. Лбова  
Корректор Р. С. Колокольчикова  
ИБ № 2586.

Сдано в набор 30.06.81. Подписано к печати 05.04.82. А 02703.  
Формат бумаги 84×108/32. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 15,12. Усл. кр.-отт. 15,33.  
Уч.-изд. л. 15,91. Тираж 100 000 экз. Заказ 1—1670. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 827 703.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Поліграфкнига», 252057, Киев, ул. Довженко, 3.



**1 р. 10 к**