

THE OPMALDIKOTIHOE
CENSURED



PHILOSOPHY



ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО

act
ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва
2004

УДК 002
ББК 32.81
И74

Составление А. Лактионова

Серийное оформление А. Кудрявцева

Подписано в печать 26.04.04. Формат 84×108^{1/32}.
Усл. печ. л. 26,88. Тираж 5000 экз. Заказ № 1259.

Книга подготовлена издательством «Мидгард» (Санкт-Петербург)

**Информационное общество: Сб. — М.: ООО «Издательство
И74 АСТ, 2004. — 507, [5] с. — (Philosophy).**

ISBN 5-17-022346-3

С середины 90-х годов XX века — с той самой поры, когда Интернет из специализированной военной сети на деле превратился в глобальную Сеть, — представление об информационном обществе «обрело плоть и кровь», а само информационное общество из красной гипотезы неожиданно стало сугубой реальностью.

Настоящий сборник представляет читателю этапы становления теории информационного общества — от теоретических выкладок К. Шеннона и Н. Винера до гипотез по поводу возникновения искусственного интеллекта, от деклараций о всемогуществе Сети и зарождении «сетевого божества» до практического анализа последствий информатизации общества.

УДК 002
ББК 32.81

© Составление. А. Лактионов, 2004
© ООО «Издательство АСТ», 2004

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	
Информационное общество: через тернии к звездам?	
<i>Андрей Лактионов</i>	5

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

КЛОД Э. ШЕННОН	
Вклад фон Неймана в теорию автоматов	9
Современные достижения теории связи	23
Некоторые задачи теории информации	41

НОРБЕРТ ВИНЕР	
Кибернетика, или управление и связь в животном и машине (избранные главы)	45

ПРЕДЧУВСТВИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

АЛАН ТЬЮРИНГ	
Могут ли машины мыслить?	221

АНДРЕЙ КОЛМОГОРОВ	
Автоматы и жизнь	285

НИК БОСТРОМ	
Сколько осталось до суперинтеллекта?	313

РОЖДЕНИЕ СЕТИ

МАРШАЛЛ МАКЛЮЭН

**Средство само
есть содержание** 341

ДЖОН П. БАРЛОУ

**Декларация независимости
киберпространства** 349

НОМО INFORMATICS

ДМИТРИЙ ИВАНОВ

Общество как виртуальная реальность 355

НИКИТА МОИСЕЕВ

**Информационное общество:
возможность и реальность** 428

Послесловие

Человек в эпоху масс-медиа

Борис Марков 452

ОТ РЕДАКЦИИ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО: ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ?

С середины 90-х годов XX века — с той самой поры, когда Интернет из специализированной военной сети на деле превратился в сеть глобальную, Сеть с большой буквы — представление об информационном обществе, то есть обществе, которое основывается на умении всех и каждого обрабатывать (в широком смысле этого слова) информацию, — представление об информационном обществе «обрело плоть и кровь», а само информационное общество из красивой гипотезы неожиданно стало сугубой реальностью.

Впервые об обществе, основанном на работе с информацией, заговорили в начале 50-х годов прошлого столетия — в связи с появлением кибернетики и математической теории связи. Впрочем, сам термин «информационное общество» стал обиходным значительно позднее — ближе к концу XX столетия, в период «всеобщей информатизации и компьютеризации».

В известном смысле пионерами и проками информационного общества следует считать основоположников кибернетики и математической теории связи — американских ученых Клода Шеннона, Норберта

Винера, Джона фон Неймана, Алана Тьюринга, а также советских математиков школы А.Н. Колмогорова, прежде всего — самого Андрея Николаевича Колмогорова. Именно их работы и изыскания сделали возможным тот бум компьютерных технологий и программного обеспечения, свидетелями которого мы являемся сегодня.

Если говорить о «философской подоплеке» информационного общества, необходимо упомянуть имена Жана Бодрийара, Карла Поппера и других идеологов «открытого общества», равно как и имена Збигнева Бжезинского, Фрэнсиса Фукуямы и Дэниэла Белла, выдвинувших в своих работах тезис о возникновении грядущего на смену обществу индустриальному «постиндустриального», иначе «информационного» или «когнитивного» общества. Не лишним, пожалуй, будет вспомнить и Билла Гейтса — главу компьютерной корпорации «Microsoft», ведущего современного теоретика и практика электронного бизнеса.

Настоящий сборник представляет читателю этапы становления теории информационного общества — от теоретических выкладок К. Шеннона и Н. Винера до гипотез по поводу возникновения искусственного (машинного) интеллекта, от деклараций Джона Барлоу и Маршалла Маклюэна о всемогуществе Сети и зарождении «сетевого божества» до практического анализа последствий информатизации общества.

Андрей Лактионов

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

ВКЛАД ФОН НЕЙМАНА В ТЕОРИЮ АВТОМАТОВ¹

Теория автоматов возникла сравнительно недавно и, без сомнения, принадлежит к числу наиболее интенсивно развивающихся областей исследования. Она представляет собой науку, граничащую в математике с символической логикой и теорией машин Тьюринга, в инженерном деле — с теорией и применением универсальных вычислительных машин, в особенности к общим проблемам неарифметического характера, а в биологии — с нейрофизиологией, теорией нервных сетей и т. д. Теория автоматов охватывает различные проблемы, начиная с проблем «геделевского типа» (относящихся к машинам Тьюринга и проблемам разрешения) и кончая проблемами размножения, приспособления, самовоспроизведения и самовосстановления и др. применительно к машинам.

Последние несколько лет своей жизни фон Нейман много работал в области теории автоматов, которая соединила его ран-

© Е. Захарова, перевод, 1963.

¹ *Shannon C. Von Neumann's contributions to automata theory, Bull. Amer. Math. Soc., 64, № 2 (1958), 123.*

ние исследования в логике и теории доказательств и его более поздние работы времени Второй мировой войны и послевоенного периода, относящиеся к области универсальных вычислительных машин.

Теория автоматов, включающая в себя элементы «чистой» и прикладной математики наряду с элементами других наук, была идеальным полем для разностороннего интеллекта фон Неймана. Он внес в эту теорию много новых идей и положил начало по меньшей мере двум новым направлениям исследования. К сожалению, он не смог довести до конца начатую работу, часть которой осталась в черновиках и неизданных лекциях, а часть нигде не записана и восстановить ее можно только по воспоминаниям его коллег о случайных разговорах.

Здесь не будет рассматриваться его огромной важности вклад в теорию вычислительных машин и их применение; его идеи, касающиеся логической структуры машин, использования блок-схем для программирования и методов программирования различных задач, таких как обращение матриц, метод Монте-Карло¹ и т. д. — ограничимся областью собственно теории автоматов.

¹ *Von Neumann J., Burks A., Goldstine H.* Preliminary discussion of the logical design of an electronic computing instrument, Report prepared for U. S. Army Ord. Dept. under contract W—36—034—ORD—7481, part I, June 28 (1942); 2d ed. Sept. 2 (1947). *Von Neumann J., Goldstine H.* Numerical inverting of matrices of high order, Amer. Math. Soc. Bull. 53 (1947), 1021. *Von Neumann J., Goldstine H.* Planning and coding of problems for an electronic computing instrument, Report prepared for U. S. Army Ord. Dept. under contract W—36—034—ORD—7481, I, II and III, part II (1947), 69, 68 and 23.

Надежные машины и ненадежные элементы. Одна из важных частей работы, проделанной фон Нейманом в теории автоматов, относится к проблеме синтеза надежных машин из ненадежных элементов¹.

Пусть дано множество элементарных блоков с некоторыми положительными вероятностями неправильного функционирования. Можно ли из этих блоков при помощи соответствующего метода синтеза строить произвольно большие и сложные автоматы, для которых вероятность появления ошибки на выходе поддавалась бы контролю? Можно ли сделать вероятность ошибки сколь угодно малой или хотя бы не превосходящей некоторого фиксированного значения (не зависящего от конкретного автомата)?

Мозг человека и животных дает нам пример очень большой и относительно надежной системы, построенной из индивидуальных компонент, нейронов, которые ненадежны не только в выполнении операций, но и в тонких деталях взаимосвязи. Более того, хорошо известно, что при повреждении, несчастном случае, болезни и т. д. мозг продолжает функционировать замечательно правильно, даже если поражены его большие области.

Эти факты представляют сильный контраст по сравнению с поведением и организацией современных вычислительных машин. Индивидуальные эле-

¹ *Von Neumann J.* Probabilistic logics and the synthesis of reliable organisms from unreliable components, «Automata studies», edited by *Shannon C., MacCarthy J.* Princeton University Press, 1956, 43; русский перевод в сб. «Автоматы», ИЛ, М.: 1956.

менты этих машин должны быть выполнены с чрезвычайной надежностью, каждый провод должен быть соединен нужным образом и каждая команда в программе должна быть правильной. Любая ошибка в элементе, в соединении элементов или в программе обычно приводит к полному искажению результатов. Если рассматривать мозг как машину, то, очевидно, что предохранение от ошибок организовано в нем совершенно иначе, чем в вычислительных машинах.

Эта проблема аналогична проблеме, возникающей в теории связи, когда требуется построить такие коды для передачи информации, что надежность полного кода высока даже в тех случаях, когда надежность передачи отдельных символов мала. В теории связи эту проблему можно решить соответствующим введением избыточности, и в данном случае нужно применить аналогичные приемы. Здесь недостаточно простого выполнения одних и тех же вычислений много раз подряд и выбора значения по большинству. Значение по большинству берется от ненадежных элементов, и так много раз подряд — значение по большинству от значений по большинству и т. д. Здесь возникает ситуация: «кто будет сторожить сторожа».

Исследование этих проблем фон Нейман начал с рассмотрения формальной структуры автомата. Та система, которую он выбрал, аналогична модели Мак-Каллоха—Питтса; схемы состоят из отдельных элементов относительно простого типа, связанных между собой. Каждый элемент получает двоичные сигналы на входы от множества различных входных линий и выдает выходные двоичные сигналы на некоторую исходную линию. Сигнал на выходе появ-

ляется через целое число единиц времени после подачи сигнала на вход. Если бы выходной сигнал был функцией значений входных сигналов, имелся бы надежный элемент, который может выполнять операцию «и», «не», штрих Шеффера и т. д. Однако если выходной сигнал зависит от входных только статистически, например с вероятностью $1-\epsilon$, на выходе получается штрих Шеффера и с вероятностью ϵ — отрицание этой операции, то имеется ненадежный элемент. Если же дано неограниченное число таких ненадежных элементов, например элементов для реализации штриха Шеффера, то можно ли из них построить надежный вариант любого заданного автомата?

Фон Нейман показал, что это можно сделать, и проиллюстрировал это двумя совершенно различными приемами. Первый из них, возможно, более красив математически, так как он тесно связан с описанной проблемой и близко подходит к проблеме «сторожа».

Решение состоит в конструировании из трех ненадежных подсхем и некоторых сравнивающих устройств одной более крупной и более надежной подсхемы, выполняющей ту же функцию, что и исходная подсхема. Прodelывая это для каждого элемента схемы с ненадежными элементами, получим схему с тем же поведением, что и у заданной, но состоящую из ненадежных элементов.

Первый прием, как он указывал, страдает двумя недостатками. Во-первых, окончательная надежность не может быть сделана произвольно высокой, а может быть доведена только до определенного уровня ϵ (ϵ зависит от надежности исходных элементов). Если эти элементы очень низкого качест-

ва, то решение едва ли может считаться удовлетворительным. Во-вторых, что более важно с практической точки зрения, требуемая избыточность в большинстве случаев фантастически велика. Число требуемых элементов растет экспоненциально по отношению к числу n элементов, необходимых для создания моделируемого автомата. Так как во всех случаях, представляющих практический интерес, n очень велико, то это решение ценно только с точки зрения логической возможности.

Второй прием состоит в том, что фон Нейман называл «мульти-трюком». Он заключается в том, что двоичный выход в машине представляется не одной линией, а пучком из N линий, и двоичный выходной сигнал определяется в зависимости от того, много линий или, наоборот, очень мало линий несут значения 1. Метод синтеза автоматов, основанный на использовании надежных элементов, в этом случае заменяется методом, в котором каждая линия становится пучком линий, а каждый элемент заменяется подсхемой, которая оперирует соответствующим образом с пучками входных и выходных линий. Фон Нейман показал, каким образом можно сконструировать такие подсхемы. Он также сделал некоторые оценки избыточности, требуемой для достижения определенной надежности. Например, вместо одного ненадежного «мажоритарного» элемента, вероятность ошибки которого равна $1/200$, использованием избыточности в 60 000 к 1 можно построить подсхему, представляющую мажоритарный элемент для пучков и с вероятностью ошибки 10^{-20} . Произведя соответствующий подсчет, увидим, что этот автомат, обладающий сложностью и быстродействием мозга, может работать в течение ста лет, сделав при

этом всего несколько ошибок. Другими словами, нечто родственное этой схеме может обладать, по крайней мере, такой же надежностью, как мозг.

Самовоспроизводящиеся машины. Другой ветвью теории автоматов, которую развивал фон Нейман, является изучение проблемы самовоспроизведения машин или проблемы — можно ли построить простую и абстрактную систему «машин», которые способны строить другие идентичные машины или даже способные к некоторого рода эволюционному процессу, в котором последующие поколения строят машины более высокой «сложности». Реальная трудность здесь состоит в том, чтобы соответствующим образом сбалансировать простоту формальных построений и легкость обращения, с одной стороны, и степень близости модели к реальным физическим машинам — с другой. Если модель слишком близка к реальности, нам приходится кодировать все сложнейшие аспекты природы, большая часть которых не имеет никакого отношения к вопросу самовоспроизведения. Однако при слишком сильном упрощении модель становится настолько абстрактной и упрощенной, что проблема выглядит почти тривиальной и решение не дает ничего нового с точки зрения выяснения поставленного философского вопроса.

Однажды после продолжительной дискуссии о трудности удовлетворительно сформулировать эту проблему фон Нейман заметил: «Я не собираюсь всерьез возражать тем, кто утверждает: а) каждому известно, что автомат может воспроизвести сам себя, и б) каждому известно, что он этого сделать не может».

Фон Нейман посвятил много времени исследованию вопроса о самовоспроизведении автоматов;

краткое изложение его высказываний по этому поводу содержится в материалах Хиксонского симпозиума¹ и подробное — в более поздних незаконченных рукописях².

Фактически он рассмотрел две различные формулировки проблемы. Модель, о которой он говорил в докладе на Хиксонском симпозиуме и в более ранних работах на эту же тему, состоит из небольшого числа различных исходных элементов. Этими элементами могут быть, например, стойка, датчик (для установления присутствия других частей), соединительный элемент (для скрепления отдельных частей вместе) и т. д. Машины представляют собой комбинации этих частей и существуют в геометрической среде вместе с другими подобными частями, которые могут быть взяты машиной из этой окружающей среды.

Некоторые машины, собранные из таких частей, способны группировать вместе и оперировать отдельными частями из окружающей среды. Можно также сконструировать машину с «программным» управлением, которая выполняет такие же длинные

¹ *Von Neumann J.* The general and logical theory of automata, Cerebral mechanisms in behavior — The Hixon symposium September 1948, Pasadena, ed. by Jeffres L., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1951, 1—31. Русский перевод: фон Нейман Дж. Общая и логическая теория автоматов. Приложение к книге Тьюринга А. Может ли машина мыслить, Физматгиз, М., 1960.

² *Von Neumann J.* Незаконченная рукопись работы для издательства Иллинойского университета по теории автоматов и, в частности, по самовоспроизводящимся машинам.

последовательности команд, как и обычная вычислительная машина. Здесь, однако, команды содержат операции над такими отдельными частями, а не над числами в ходе длинных вычислений. Ситуация несколько аналогична той, которая имеет место в случае машин Тьюринга, и действительно существует понятие *универсальной конструирующей машины*, которая может при наличии соответствующей программы моделировать любую машину. Фон Нейман показал, что такая универсальная машина вместе с устройством, копирующим программы, может быть превращена в самовоспроизводящуюся машину.

Эта модель очень интересна сама по себе, но так как она требует изучения сложных случаев движения частей в действительном евклидовом пространстве, то выполнить ее во всех подробностях чрезвычайно трудно, даже если не учитывать проблем источников питания, шумов в среде и тому подобное. Во всяком случае, фон Нейман в своих более поздних работах перешел от этой модели к более простой.

Второй тип самовоспроизводящейся системы описан в неоконченной книге, предназначенной для издательства Иллинойского университета. Эта вторая модель, возможно, больше напоминает биологическое размножение на низшем уровне (скажем, на клеточном или даже молекулярном), хотя она и не следует в точности никакой реальной физической системе.

Рассмотрим бесконечное множество квадратов на евклидовой плоскости, каждый квадрат, или «клетка», может находиться в некотором числе со-

стояний. В модели, построенной фон Нейманом, клетки имеют двадцать девять состояний. Время пробегает дискретные моменты. Состояние клетки в данный момент есть функция ее состояния в предыдущий момент и состояний четырех ее ближайших соседей в предыдущий момент. С течением времени состояния всех клеток изменяются в соответствии с этими функциональными соотношениями. Определенное состояние клеток называется «начальным» и соответствует неактивной части плоскости. При соответствующем подборе функциональных уравнений можно получить группы соседних клеток, которые ведут себя подобно живому организму, способному сохранять свою индивидуальность, передвигаться и даже воспроизводить себя в смысле порождения других групп клеток с теми же активными состояниями.

В дополнение к вопросу о самовоспроизведении автоматов фон Нейман в некоторой степени касался проблем «эволюции» в автоматах или проблемы — можно ли построить автоматы, которые будут конструировать последовательные поколения автоматов, могущих в некотором смысле приспособливаться к окружающей среде. Он указывал на существование критических размеров автомата, построенного из элементов заданного типа, а именно что автоматы, размер которых меньше критического, могут конструировать только автоматы меньшие, чем они сами, в то время как некоторые автоматы, размер которых равен или больше критического, способны к самовоспроизведению и даже к эволюции (при соответствующем задании условий и требований приспособляемости).

Сравнение вычислительных машин и мозга. Огромный интерес для фон Неймана представлял вопрос о соотношении между центральной нервной системой и современными универсальными вычислительными машинами. В его докладе на Хиксонском симпозиуме этой теме уделено не меньше внимания, чем проблеме самовоспроизводящихся машин. Более широко эти вопросы затронуты в лекциях на Силимановских чтениях (которые он подготовил, но не смог прочитать)¹.

Выявляя аналогии между вычислительными машинами и нервными сетями, фон Нейман ясно понимал и часто подчеркивал существенные различия между ними. При поверхностном рассмотрении очевидны различия в порядке числа и размеров их элементов и в скорости выполнения ими операций. Нейроны мозга работают гораздо медленнее, чем их искусственные аналоги — транзисторы или электронные лампы, но, с другой стороны, они имеют намного меньшие размеры, расходуют меньше энергии и число их в мозгу на несколько порядков больше, чем в самых больших вычислительных машинах. При более глубоком изучении обнаруживаются, как подчеркивал фон Нейман, различия в логической организации, определяющей функционирование этих двух типов систем. Отчасти эти различия определяются характером решаемых задач, который проявляется в «ло-

¹ *Von Neumann J.* The Silliman memorial lectures, Yale University Press, 1958. Русский перевод: *фон Нейман Дж.* Вычислительная машина и мозг // Кибернетический сб. М.: ИЛ, 1960. Вып. 1. С. 11.

гической глубине», т. е. в числе элементарных операций, которые должны быть последовательно выполнены для получения решения. В вычислительных машинах это число может иметь порядок 10^7 или больше из-за определенной искусственности и «последовательности» метода решения задач. Мозг, обладая большим числом более медленных элементов, по-видимому, работает ближе к параллельному методу при меньшей логической глубине, и, кроме того, задачи, которые он решает, требуют меньшего разнообразия последовательных вычислений.

В лекциях на Силимановских чтениях фон Нейман кратко коснулся любопытной идеи, относящейся к основаниям математики. Тьюринг в своей хорошо известной работе о вычислимости показал, как одна вычислительная машина может моделировать другую. Команды для второй машины переводятся с помощью сокращенной программы в последовательности команд для первой машины, что заставляет ее выполнять (в общем случае косвенным образом) то, что должна делать вторая машина. С помощью таких переводных программ можно заставить первую машину в конечном итоге делать то же, что вторая машина, хотя в действительности она работает в ином внутреннем коде. Этот прием стал обычным и весьма полезным в повседневном использовании вычислительных машин.

Если принять мозг как некую разновидность вычислительной машины, то вполне возможно предположить, что внешний язык, которым мы пользуемся при общении друг с другом, может быть совершенно отличен от внутреннего языка, используемого при

вычислениях (которые включают, разумеется, все логические и информационные операции наряду с арифметическими вычислениями).

Фон Нейман действительно приводит убедительные аргументы, говорящие о том, что до сих пор нет совершенно никакого представления о природе того первичного языка, который используется при работе мозга. Он говорит: «Логика и математика в центральной нервной системе, рассматриваемые как некоторые языки, должны иметь структуру, существенно отличную от структуры языков, к которым приводит нас повседневный опыт.

Нужно также отметить, что тот язык, о котором идет речь, может скорее соответствовать сокращенным программам в том смысле, как это было сказано выше, чем полным программам: когда мы говорим о математике, то при этом имеется в виду некоторый *вторичный* язык, построенный на основе *первичного* языка, используемого в действительности центральной нервной системой. Таким образом, внешняя форма нашей математики не является абсолютно существенной с точки зрения выяснения вопроса, что представляет собой математический или логический язык, в действительности используемый центральной нервной системой. Однако сделанные выше замечания относительно надежности, логической и арифметической глубины показывают, что эта система, чем бы она ни была, не может не отличаться существенным образом от того, что мы сознательно и явно рассматриваем как математику».

В целом вклад фон Неймана в теорию автоматов, так же как и его вклад в другие разделы математики

и другие науки, характеризуется открытием совершенно новых областей исследования и прозорливостью в оценке возможностей приложений методов современной математики. Исследования в направлениях, открытые им для разработки, не будут полностью закончены еще в течение долгих лет. Очень жаль, что часть его замыслов относительно теории автоматов осталась нереализованной.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕОРИИ СВЯЗИ¹

Новейшие системы модуляции, такие как ЧМ (частотная модуляция), ФИМ (фазово-импульсная модуляция) и КИМ (кодowo-импульсная модуляция), обладают интересным свойством, заключающимся в возможности взаимно замещать ширину полосы частот и отношение сигнал/шум; то есть они создают возможность передать ту же самую информацию передатчиком меньшей мощности, если использовать более широкую полосу частот. И наоборот, при использовании КИМ возможно уменьшить полосу частот за счет увеличения мощности сигнала. Открытие этих систем привело к пересмотру оснований теории связи. Ряд работ был посвящен этой области науки; среди них работы Табора, Винера, Таллера, Салливана и автора.

Основные идеи теории связи не новы. Первые важные факты были установлены Найквистом и Хартли в 1920 г., а некоторые корни теории могут быть прослежены даже вплоть до работ физика девятнадца-

© М. Шур, перевод, 1963.

¹ Shannon C. Recent development in communication theory, Electronics, April (1950), 80.

того века Больцмана. В более новых исследованиях, однако, учитываются факторы, которые раньше игнорировались, в частности теперь значительно глубже понимается действие шума в канале и важность статистических свойств сообщений предназначенных к передаче.

В данной статье основные стороны современной работы в этой области описываются с привлечением возможно простого математического аппарата. Это заставляет пожертвовать строгостью, поскольку рассматриваемый предмет является по существу математическим; более точное изложение читатель может найти в работах, указанных в конце статьи.

Тип системы связи, которая была исследована наиболее тщательно, показан на рис. 1. Система состоит из источника информации, который вырабатывает первичную информацию, или сообщения предназначенные для передачи; передатчика, который кодирует или модулирует эту информацию подходящим для канала способом; и канала, по которому закодированная информация, или сигнал, передается к пункту приема. Во время передачи сигнал может быть искажен шумом — на схеме указан источник шума. Принятый сигнал идет к приемнику, который декодирует или демодулирует его, чтобы восстановить первоначальное сообщение, а затем к пункту назначения информации.

Из дальнейшего будет видно, что эта система имеет достаточно общий вид для того, чтобы охватить большинство проблем связи, если соответствующим образом интерпретировать различные введенные элементы. В телевидении, например, источ-

ником информации является передаваемая сцена, сообщением — выходной сигнал телекамеры и сигналом — выходной сигнал передатчика.

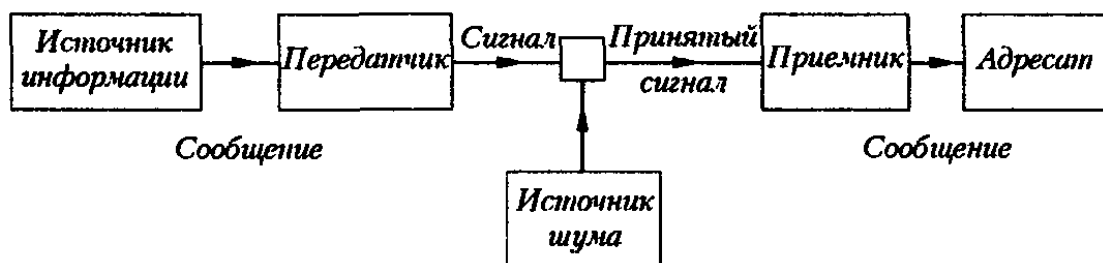


Рис. 1. Система связи, представленная схематически, в грубом приближении аналогична системе транспортировки грузов

Основная идея теории связи состоит в том, что с информацией можно обращаться почти так же, как с такими физическими величинами, как масса или энергия. Система, изображенная на рис. 1, грубо говоря, аналогична системе транспортировки; например, можно представить себе лесозавод, выпускающий бревна в определенном пункте, и систему транспортировки для перевозки бревен в другой пункт. В такой ситуации требуется решать два важных вопроса: определить величину скорости R (в кубических футах в секунду), с которой бревна выпускаются заводом, и величину пропускной способности (емкость) C (в кубических футах в секунду) системы транспортировки. Если R больше C , то, конечно, невозможно перевезти всю готовую продукцию лесозавода. Если R меньше или равно C , то возможность перевозки находится в зависимости от того, могут ли бревна быть хорошо упакованы для транспортировки. Предположим, однако, что наш завод лесопильный. Тогда лесоматериал может быть

распилен таким образом, чтобы использовать имеющуюся емкость транспортных средств на все 100%. Естественно, что в этом случае, прежде чем отослать эти пиломатериалы потребителю, их было бы надо направлять в плотничный цех приемочного пункта для того, чтобы там придать им первоначальные габариты.

Если эта аналогия верна, то было бы можно выбрать меру R в подходящих единицах, показывающую, как много информации производится за секунду данным источником информации, и вторую меру C , которая определяет пропускную способность канала при передаче информации. Более того, было бы возможно при использовании подходящей кодирующей или модулирующей системы передавать информацию по каналу тогда и только тогда, когда скорость производства продукции R не больше, чем пропускная способность C . То, что это действительно возможно, является ключевым результатом современных исследований, и здесь будет вкратце указано, как это достигается.

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Прежде чем переходить к рассмотрению вопроса о том, как следует измерять информацию, нам необходимо объяснить точный смысл понятия информация с точки зрения инженера-связиста. Конечно, каждое подлежащее передаче сообщение имеет свое содержание. Оно, однако, совершенно несущественно в проблеме передачи информации. Передать ряд бессмысленных слогов так же трудно

(в действительности даже более трудно), как и подлинный, английский текст. Тому, кто хотя бы немного знаком с предметом этой статьи, будет ясно, что с точки зрения передачи важным свойством информации является то, что каждое частное сообщение выбирается из некоторого множества возможных сообщений. Передаче подлежит одно из частных сообщений, выбранных источником информации. Первоначальное сообщение может быть восстановлено в пункте приема в том и только в том случае, когда передается именно такое однозначным образом выбранное сообщение. Таким образом, информация в нашем смысле должна находиться в связи с понятием выбора из множества возможных исходов.

Простейшим типом выбора является выбор из двух возможностей, каждая с вероятностями $1/2$. Этот выбор осуществляется, например, когда кидают монету, которая с одинаковой вероятностью может упасть кверху гербом или решеткой. Удобно использовать количество информации, производимое таким выбором, в качестве основной единицы, называемой двоичной единицей, или, короче, битом. Выбор, дающий один бит информации, может быть схематически изображен так, как это сделано на рис. 2, а. В точке *b* можно выбрать или верхнюю или нижнюю линию с вероятностями $1/2$ для каждой возможности. Если имеется N равновероятных возможностей, то количество информации равно $\log_2 N$. Это видно из рис. 2, б, где имеется восемь возможностей, каждая с вероятностью $1/8$. Выбор можно представлять себе происходящим в три этапа, каждый из которых дает информацию в один

бит. Первый бит соответствует выбору первых четырех или вторых четырех из восьми возможностей; второй бит соответствует первой или второй паре, выбранной из четырех возможностей, определенных первым выбором, а последний бит определяет первый или второй член этой пары. Ниже будет показано, что число требуемых битов равно $\log_2 N$, в нашем случае $\log_2 8$, т. е. 3.

Если вероятности не равны, то соответствующая формула немного более сложна. Один простой случай показан на рис. 2, в. Здесь имеются четыре возможных выбора с вероятностями $1/2$, $1/4$, $1/8$ и $1/8$. Этот выбор может быть разбит в последовательность двоичных выборов, как изображено на

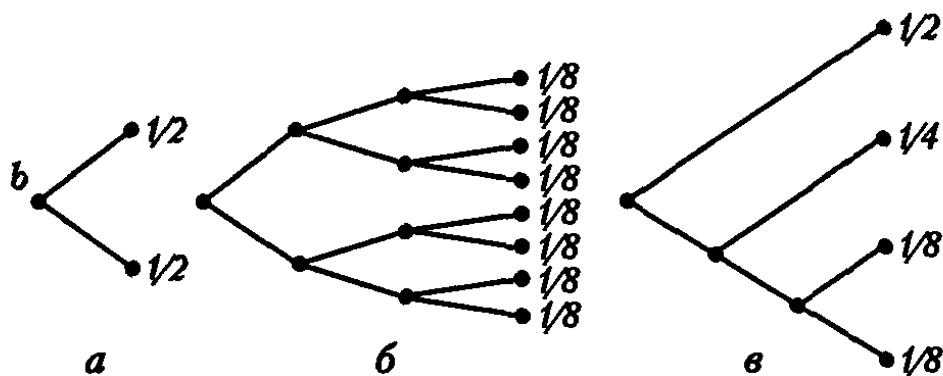


Рис. 2. Схематическое изображение разных и неравных вероятностей. Выбор, оцениваемый в один бит, можно сравнить с выпадением герба или решетки при бросании монеты

рис. 2, в. Произведенная информация задается числом $1 + 1/2 + 1/4$, где 1 возникает из первого выбора (в точке p), который проводится всегда; $1/2$ — из выбора в точке $<q$, который проводится лишь в половине случаев (когда в точке p выбрана нижняя линия), и т. д. Вообще, при подобном разложении,

когда отдельные результаты выбора имеют вероятности p_1, p_2, \dots, p_n , информация задается формулой

$$H = - (p_1 \log_2 p_1 + p_2 \log_2 p_2 + \dots + p_n \log_2 p_n)^1 \quad (1)$$

Эта формула, таким образом, дает количество информации, произведенное одним выбором. Источник информации производит сообщение, которое состоит из последовательности, получающейся в результате выбора, например, букв печатного текста или отдельных слов, или звуков речи. В этих случаях количество информации, произведенное в секунду или даваемое одним символом, может быть вычислено с помощью соотношения (1). Интересно, что если статистическую структуру английского текста принимать во внимание лишь на расстояниях, не превышающих длину слова, то скорость создания информации для печатного английского текста будет равна приблизительно двум битам на букву. Учет более далеких смысловых связей может значительно понизить эту величину.

КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Важность введения количественной меры информации H состоит в том, что она определяет возможную экономию времени, затрачиваемого на передачу, экономию, достижимую при соответствующем выборе системы кодирования, учитывающей статистические свойства источника сообщений.

¹ В литературе последних лет число H называют обычно энтропией. — *Примеч. ред.*

Для иллюстрации рассмотрим язык, в котором имеются лишь четыре буквы: А, В, С и D; пусть эти буквы имеют вероятности $1/2$, $1/4$, $1/8$ и $1/8$, как и на рис. 2, в.

В длинном тексте на этом языке А будет занимать половину всего текста, В — одну четверть и т. д. Предположим, что этот язык должен кодироваться двоичными знаками 0 и 1. Это может означать, что требуется передать текст посредством импульсной системы с двумя типами импульсов. Самый простой код таков: А—00, В—01, С—10, D—11. Этот код требует два двоичных знака на букву сообщения. При учете статистической природы текста можно сконструировать следующий, более хороший код: А—0, В—10, С—110, D—111. Легко проверить, что здесь исходное сообщение может быть восстановлено декодированием. Далее число использованных двоичных знаков в среднем уменьшится. Действительно, оно вычисляется следующим образом:

$$1/2(1) + 1/4(2) + 1/8(3) + 1/8(3) = 1^3/4,$$

где первый член относится к букве А, которая встречается в половине всех случаев и которой соответствует один двоичный знак и т. д. Заметим, что $1^3/4$ есть в точности значение H , вычисленное для рис. 2, в.

Результат, который был проверен для этого специального случая, выполняется всегда. Если на букву приходится в сообщении H битов, то возможно закодировать это сообщение с использованием в среднем только H двоичных знаков на букву текста. Не существует метода кодирования, который использует меньшее число двоичных знаков.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛА

Теперь рассмотрим задачу определения пропускной способности C канала. Скорость работы источника информации измерялась в битах в секунду, и естественно измерять величину C в тех же единицах. Тогда возникает вопрос: «Какое максимальное число битов может быть передано в секунду по данному каналу?».

В некоторых случаях ответ прост. В канале теле-тайпа имеются 32 возможных символа. Каждый символ дает, следовательно, 5 битов при условии, что возможные символы используются с равной вероятностью. Если можно передать n символов в секунду и уровень шума недостаточно высок для того, чтобы внести ошибку во время передачи, то можно передать $5n$ битов в секунду.

Предположим теперь, что канал определяется следующим образом. В качестве сигнала можно использовать любую функцию времени $f(t)$, которая лежит в некоторой полосе частот шириною в W Гц. Известно, что функция этого типа может быть определена заданием ее значений в последовательности моментов выбора, отстоящих, как показано на рис. 3, друг от друга во времени на $1/(2W)$ секунд. Следовательно, можно сказать, такая функция имеет $2W$ степеней свободы (или измерений) в секунду.

Если шума нет, то в таком канале можно различить бесконечное число различных амплитудных уровней для каждого из выбранных моментов времени. Следовательно, в принципе можно было бы передать бесконечное число битов информации в

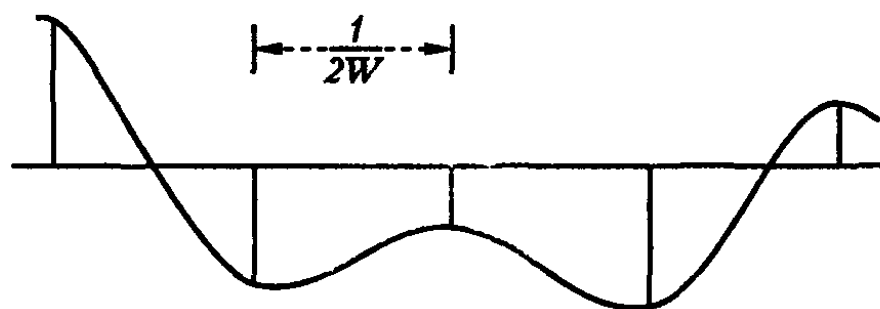


Рис. 3. Сигналы, представленные функцией времени и лежащие в полосе частот W кГц, могут быть определены значениями последовательности выборок, отстоящих друг от друга на $1/(2W)$ секунд.

секунду и пропускная способность C была бы бесконечной.

Если не ограничивать мощность передатчика, то пропускная способность будет бесконечной даже в случае наличия шума, так как все еще будет возможно отличать в каждый выбранный момент неограниченное число разных амплитудных уровней. Только в случае, когда имеется шум и мощность передатчика некоторым способом ограничена, получается конечная пропускная способность. Пропускная способность зависит, конечно, от статистической структуры шума так же, как и от того, каким образом ограничена мощность.

Простейшим типом шума является белый тепловой шум или шум сопротивления. В этом случае распределение вероятностей амплитуд является гауссовским, а спектр равномерен в указанной полосе частот и может быть положен равным нулю вне этой полосы. Этот тип шума полностью определяется заданием его среднеквадратичной амплитуды N , которая равна мощности; ее следует измерять в стандартных единицах измерения сопротивления.

Простейший способ ограничить мощность передатчика состоит в том, чтобы предположить, что средняя мощность, создаваемая передатчиком (или, более точно, среднеквадратичная амплитуда сигнала), не больше чем P . Если определить наш канал этими тремя параметрами W , P и N , то пропускная способность C может быть вычислена. Она равна

$$C = W \log_2 \frac{P + N}{N} \quad (2)$$

битов в секунду. Легко увидеть, что эта формула приближенно верна, когда P/N велико. Полученный сигнал будет иметь мощность $P + N$, и возможно различать порядка $(P + N)/N$ различных амплитуд в каждом сигнале. Причина этого состоит в том, что диапазон амплитуд полученного сигнала пропорционален $\sqrt{P + N}$, в то время как шум вносит неопределенность, пропорциональную \sqrt{N} . Количество информации, которое может быть передано одним мгновенным значением сигнала, будет, следовательно, равно $1/2 \log_2 [(P + N)/N]$. Так как всего имеется $2W$ независимых моментов выбора значения сигнала в секунду, то пропускная способность дается формулой (2). Эта формула имеет значительно более глубокий и точный смысл, чем тот, на который указывают приведенные выше рассуждения. Действительно, можно показать, что при соответствующем выборе наших сигнальных функций можно передать $W \log_2 [(P + N)/N]$ битов в секунду со сколь угодно малой частотой ошибок. Невозможно ввести передачу с любой большей скоростью и с произвольно малой частотой ошибок. Это значит, что, несмотря на наличие шума, пропускная

способность является четко определяемой величиной.

Формула для вычисления C применима для всех значений P/N . Даже в случае, когда P/N очень мало, а средняя мощность шума много больше средней мощности передатчика, возможно вести передачу со скоростью $W \log_2 [(P+N)/N]$ и с произвольно малой частотой ошибок. В этом случае $\log_2 (1+P/N)$ очень близок к $(P/N) \log_2 e$ или к $1,443 P/N$ и приближенно $C = 1,443 P/N$.

Следует подчеркнуть, что передавать информацию по каналу со скоростью C возможно только при соответствующем кодировании информации. Вообще же говоря, скорость C не может быть в действительности достигнута; к ней можно только приближаться в пределе, используя все более и более сложные способы кодирования и при все большем запаздывании в работе передатчика и приемника. При белом шуме наилучшее кодирование таково, что переданные сигналы имеют структуру шума со сопротивления мощности P .

ИДЕАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

На рис. 4 изображена функция $C/W = \log (1 + P/N)$, рассматриваемая как функция отношения P/N , измеренного в децибелах. Она представляет собой, следовательно, пропускную способность канала с белым шумом на единицу полосы частот. Кружки и точки соответствуют системам КИМ и ФИМ, используемым для посылки последовательности двоичных символов и приспособленных к тому, чтобы давать примерно одну ошибку на 10^5 битов. В слу-

чае КИМ число, стоящее около точки, представляет собой число амплитудных уровней; например, 3 означает систему КИМ с тремя уровнями. Во всех случаях используются положительные и отрицательные амплитуды. Системы ФИМ квантованы дискретным множеством возможных значений импульса, отстоящих друг от друга на $1/(2W)$; число, стоящее рядом с точкой, равно числу возможных значений импульса.

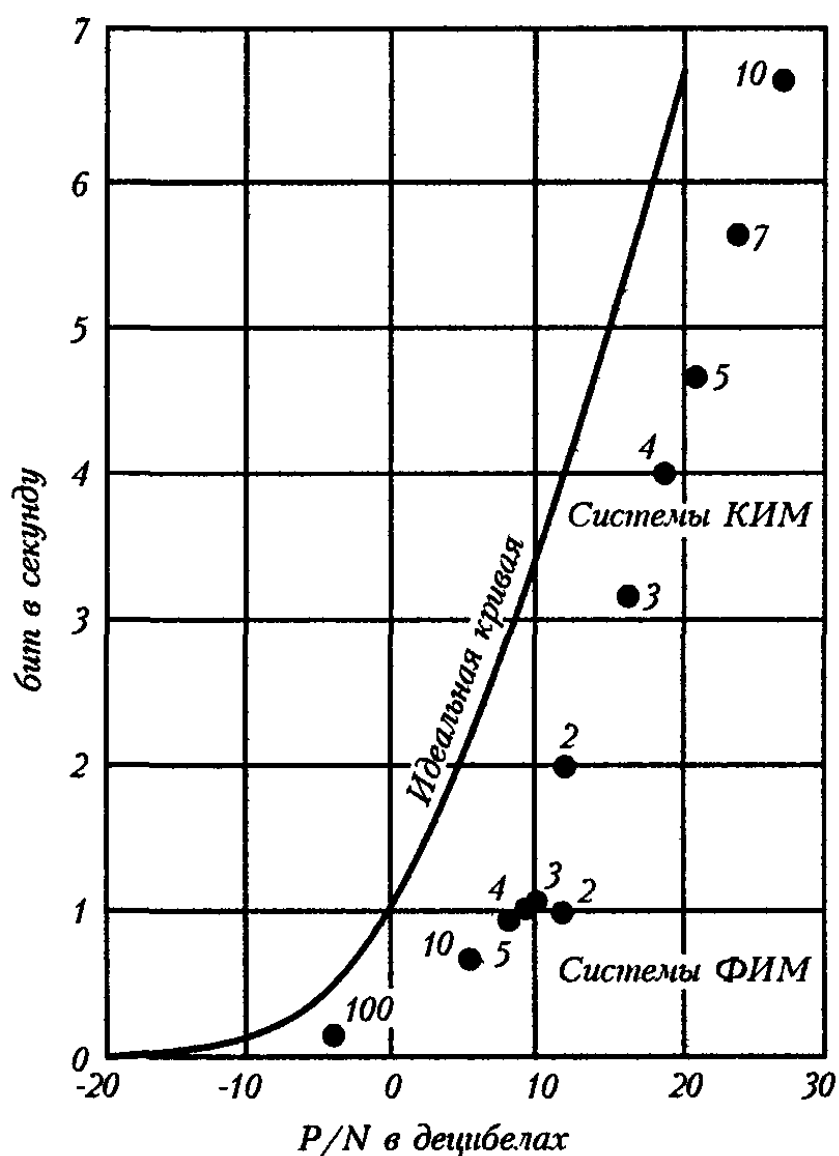


Рис. 4. Пропускная способность канала на единицу полосы частот как функция отношения сигнал / шум для двоичного канала.

Совокупность точек расположена на кривой того же вида, что и в идеальном случае, но смещенной по горизонтали примерно на 8 децибелл. Это значит, что при более сложных способах кодирования и модуляции мог бы быть достигнут выигрыш в мощности в 8 децибелл по сравнению с указанными системами.

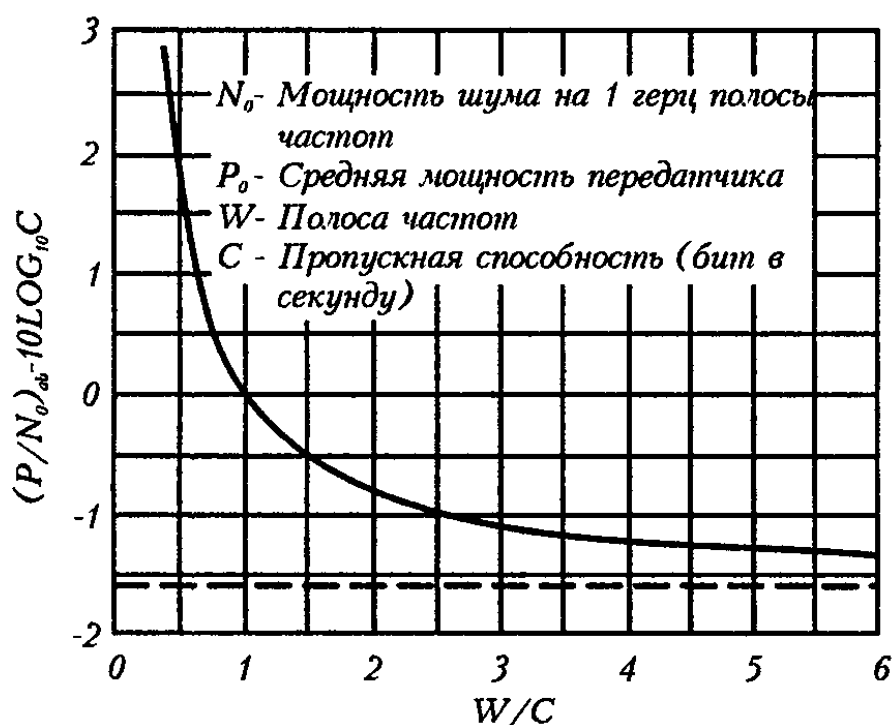


Рис. 5. Если отношение сигнал/шум велико, уменьшение вдвое полосы частот увеличивает вдвое отношение сигнал/шум для данной пропускной способности канала.

К несчастью, при попытках достичь идеала передатчик и приемник с необходимостью становятся все более и более сложными и возрастают задержки. В силу этих причин наступает момент, когда устанавливается некоторое экономическое равновесие между различными факторами. Возможно тем не менее, что даже в настоящее время были бы оправданы более сложные системы.

Курьезный факт, иллюстрирующий общее мизантропическое свойство природы, состоит в том, что в обоих экстремумах P/N (когда точки лежат вне практически интересной области) ряды точек на рис. 4 ближе подходят к идеальной кривой.

Соотношение $C/W \log(1 + P/N)$ можно рассматривать как зависимость между параметрами W и P/N . Считая пропускную способность фиксированной, можно уменьшить ширину полосы частот W при условии, что отношение P/N будет достаточно увеличено, и наоборот, увеличение полосы приводит к уменьшению отношения сигнал/шум в канале. Требуемое значение P/N в децибеллах показано на рис. 5 как функция полосы частот W . Здесь предполагается, что когда увеличивается полоса частот W , мощность шума N возрастает пропорционально: $N = WN_0$, где N_0 есть мощность шума, приходящаяся на 1 Герц полосы. Заметим, что если P/N велико, то сокращение полосы частот очень невыгодно с точки зрения мощности. Уменьшение полосы в два раза, говоря грубо, удваивает требуемое отношение сигнал/шум в децибеллах.

Один из методов замещения ширины полосы частот отношением сигнал/шум показан на рис. 6. Верхняя кривая представляет собой сигнал, полоса частот которого такова, что она может быть однозначно определена при задании ее значений в указанные моменты выбора. В каждый момент выбора сигнал имеет 5 амплитудных уровней. Нижняя кривая получена, как показано, посредством комбинирования попарно значений в моменты выбора для первой кривой. Теперь имеется 25 амплитудных уровней, которые должны быть различены, но зато

на этой кривой моменты выбора встречаются вдвое реже: следовательно, полоса частот уменьшена вдвое за счет удвоения отношения сигнал/шум. Операция, обратная этой, удваивает полосу, но уменьшает требуемое отношение сигнал/шум.

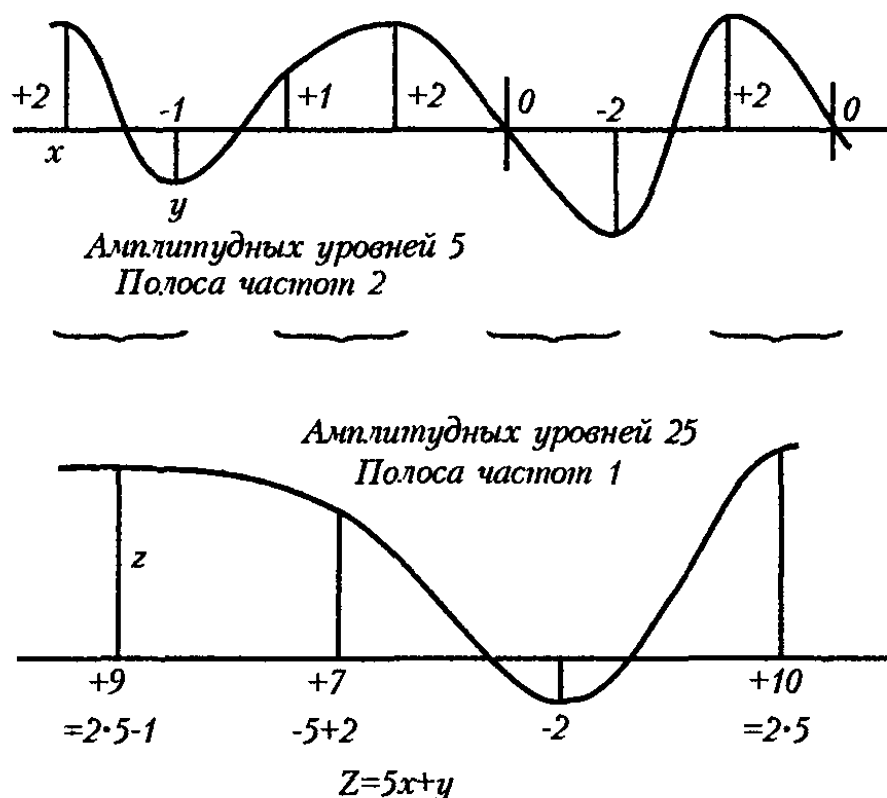


Рис. 6. Графическое изображение системы связи, в которой за счет повышения мощности передатчика полоса частот сохраняется неизменной.

Резюмируя изложенное, следует сказать, что в системе, такой как телевидение или передача речи, имеются три существенно различных способа, посредством которых может быть уменьшена ширина полосы частот. Первый из них явным образом замещает ширину полосы частот отношением сигнал/шум, используя только что указанный способ. Второй метод основан на использовании статистических связей, имеющих в сообщении. Этот метод

основывается на частных свойствах источника информации и может рассматриваться как один из приемов согласования источника с каналом. Наконец, могут быть использованы особенности получателя информации. Так, при передаче речи ухо сравнительно нечувствительно к искажению фазы. Следовательно, информация о фазе не так важна, как информация об амплитуде и ее не нужно посылать с такой же точностью. Этот факт может быть использован для уменьшения полосы частот, и действительно, часть выигрыша, достигаемого применением вокодера, обусловлена этим эффектом. Вообще, использование частных особенностей восприятия информации получателем требует соответствующего согласования канала с требованиями данного получателя.

Многие современные системы связи в высшей степени неэффективны в отношении использования статистических свойств источника информации. Для иллюстрации этого рассмотрим систему передачи английской речи (не музыки и не других звуков). Требования, предъявляемые к качеству репродуцируемой речи, состоят только в возможности уловить ее смысл. Особенности произношения, интонация и другие аналогичные характеристики речи говорящего могут быть потеряны в процессе передачи. В этом случае можно было бы, по крайней мере в принципе, вести передачу по следующей схеме. При передатчике устанавливается устройство, которое печатает английский текст, соответствующий произносимым словам. Текст может быть закодирован в двоичных единицах, причем в среднем используется не более двух двоичных единиц на букву или девять на слово. Считая 100 слов в минуту приемле-

мой скоростью, получаем в случае, когда понятность является единственным требованием к точности передачи, в качестве оценки скорости создания информации на английском языке цифру 15 битов в секунду. Согласно рис. 4, эта информация могла бы быть передана по каналу с отношением сигнал/шум в 20 децибелл и с шириной полосы частот только в 2,3 Гц!

ЛИТЕРАТУРА

Hartley R.V.L. Transmission of Information, *B.S.T.J.*, July (1928), 535.

Shannon C.E. A mathematical theory of communication, *B.S.T.J.*, July (1948), 379 and Oct. (1948).

Shannon C.E. Communication in the presence of noise, *Proc. IRE*, Jan. (1949).

Feldman C.B., Bennett W.R. Bandwidth and transmission performance, *B.S.T.J.*, July (1949), 490.

Fink D.G. Bandwidth vs noise in communication systems, *Electronics*, Jan. (1948).

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ¹

Предыдущая работа по теории связи² показала, что количество информации имеет в рамках теории связи естественную количественную меру, задаваемую формулами типа формулы для энтропии $H = -\sum p \log p$. Это привело к теоремам, дающим наиболее эффективные методы кодирования сообщений, создаваемых стохастическим процессом, в стандартной форме, скажем, в случайную последовательность двоичных знаков, предназначенных для наиболее эффективного использования существующих каналов связи. Однако не было определено понятие информации как таковой. Оказывается возможным сформулировать подход к теории, в которой источники информации в системе, передающей сообщения, являются элементами структуры.

Ведущая идея состоит в том, что любое обратимое преобразование сообщений, создаваемых стохастическим процессом,

© М. Шур, перевод, 1963.

¹ *Shannon C.* Some topics in information theory, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, II (1950), 262—263.

² *Shannon C.* A mathematical theory of communication.

скажем, посредством невырожденного преобразователя с конечным числом состояний, следует рассматривать как содержащее ту же информацию, что и первоначальное сообщение. С точки зрения теории сообщений знание зашифрованного кодом Морзе текста телеграммы эквивалентно знанию самого текста. Таким образом, будем считать информацию источника эквивалентным классом всех обратимых преобразований сообщений, создаваемых источником. Каждое частное преобразование является представителем этого класса, аналогично тому, как тензор задается своими компонентами в некоторой координатной системе частного вида.

В зависимости от выбора множества преобразований, рассматриваемых как эквивалентные, могут быть получены различные теории. Два способа выбора ведут к интересным и приложимым на практике результатам: 1) группа всех преобразователей с конечным множеством состояний (эффективно допускающих положительные или отрицательные задержки); 2) группа преобразователей без задержек с конечным множеством состояний, причем требуется, чтобы имеющийся в настоящий момент символ на выходе был функцией от входа в настоящий и прошлый момент и аналогично для обратного преобразователя.

Первый случай — самый простой и связан более тесно с предыдущей работой, в которой допускались неограниченные задержки кодирования в передатчике и приемнике. Транзитивное соотношение включения между элементами информации: $x \geq y$ (указывающее на частичную упорядоченность) означает, что y может быть получен из x с помощью преобразователя с конечным числом состояний (необязательно об-

ратимого). Энтропия источника (которая инвариантна относительно группы обратимых преобразований) оказывается нормой, монотонно зависящей от порядка. Наименьшая верхняя грань двух элементов является полной информацией об обоих источниках, представлением которой может служить последовательность упорядоченных пар сообщений, получаемых из двух источников. Наибольшая нижняя грань также может быть определена: таким образом, в результате возникает информационная структура. Точная нижняя грань будет существовать всегда, а если множество рассматриваемых источников конечно, то будет существовать и точная верхняя грань. Полученная таким образом структура, вообще говоря, немодулярна. В действительности может быть построена информационная структура, изоморфная любой конечной дискретной структуре.

С помощью формулы $q(x, y) = H_x(y) + H_y(x)$ может быть определена метрика, удовлетворяющая обычным требованиям. Эта метрика вводит топологию — понятие сходящихся в смысле Коши последовательностей информационных элементов и понятие предельной точки. Если сходящиеся последовательности добавлены к структуре как новые точки (с соответствующими модификациями определения равенства и т. д.), то образуются непрерывные структуры, например совокупность всех абстракций¹ полной информации в системе преобразователей с конечными множествами состояний или в предельных последовательностях таких преобразователей.

¹ Здесь автор использует термин абстракция (abstraction), не разъясняя его смысла в данном контексте. — *Примеч. ред.*

Теория преобразователей без задержек также ведет к некоторой структуре, но соответствующие задачи, которые, возможно, более важны для приложений, изучены хуже. Энтропии источника теперь уже недостаточно для того, чтобы охарактеризовать источник для целей кодирования, и действительно может быть найдено бесконечное количество независимых инвариантов источника. Некоторые из них связаны с задачей наилучшего предсказания следующего символа, который должен быть произведен при условии, что уже известна вся предыстория. Теория преобразователей без задержек имеет приложение к проблеме передачи сообщения по каналу в случае, когда в нашем распоряжении имеется второй канал для передачи информации в обратном направлении. Вторым каналом может быть использован в некоторых случаях для улучшения прямой передачи. Для этого случая найдены верхние границы для пропускной способности прямого канала. Теория преобразователей без задержек имеет также приложение к проблеме сглаживания и предсказания по методу наименьших квадратов¹. Фильтр с минимальной фазой имеет обратный фильтр (без задержки) и, следовательно, принадлежит к группе преобразователей без задержек непрерывных временных рядов. Проблема предсказания по методу наименьших квадратов может быть решена при помощи преобразования рассматриваемых временных рядов в каноническую форму и нахождения оператора наилучшего прогноза для этой формы.

¹ *Bode H.W., Shannon C. A simplified derivation of linear least square smoothing and prediction theory.*

НОРБЕРТ ВИНЕР

КИБЕРНЕТИКА, ИЛИ УПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗЬ В ЖИВОТНОМ И МАШИНЕ

(ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ)

ЧАСТЬ I.

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга представляет итог более чем десятилетних исследований, предпринятых совместно с д-ром Артуро Розенблютом, работавшим тогда в Гарвардской медицинской школе, а ныне перешедшим в Национальный институт кардиологии в Мексике. В то время д-р Розенблют, коллега и сотрудник покойного д-ра Уолтера Б. Кеннона, ежемесячно устраивал дискуссии о научном методе. В этих дискуссиях участвовали главным образом молодые ученые Гарвардской медицинской школы. Мы собирались на обед за круглым столом в Вандербилт-Холле. Беседа была живой и непринужденной. Здесь было неподходящее место для игры в амбицию, да это и не поощрялось. После обеда кто-нибудь из нашей группы или из гостей делал доклады на

какую-либо научную тему, причем обычно в этих докладах вопросы методологии ставились на первое или хотя бы на почетное место. На докладчика обрушивалась резкая критика, благожелательная, но беспощадная. Она была великолепным лекарством от незрелых мыслей, недостаточной самокритичности, излишней самоуверенности и напыщенности. Кто не мог выдержать испытание, не возвращался в нашу среду, но многие из нас, бывших завсегдатаев этих встреч, чувствуют, что эти встречи были постоянным существенным вкладом в наше научное развитие.

На этих собраниях присутствовали не только врачи и ученые-медики. К постоянным и активным участникам наших споров принадлежал д-р Мануэль Сандоваль Вальярта, профессор физики Массачусетского технологического института, один из самых первых моих студентов в те годы, когда я пришел в МТИ после Первой мировой войны. Как и д-р Розенблют, д-р Вальярта был мексиканец. Он имел обыкновение приводить на эти встречи своих коллег по институту. На одну из встреч он привел и меня; так я встретился впервые с д-ром Розенблютом. Я давно интересовался методологией науки и в 1911—1913 гг. принимал участие в семинаре по этим вопросам, который вел Джосайя Ройс в Гарвардском университете. Чувствовалось, что на подобных собраниях необходимо присутствие человека, способного критически рассматривать математические вопросы. Поэтому я был активным членом группы до того момента, пока д-р Розенблют не был вызван в Мексику в 1944 г. и пока общий беспорядок, связанный с войной, не положил конец этим собраниям.

В течение многих лет д-р Розенблют разделял со мной убеждение, что самыми плодотворными для развития наук являются области, оставленные в пренебрежении по той причине, что они были «ничьей территорией» между различными сложившимися науками. После Лейбница, быть может, уже не было человека, который бы полностью обнимал всю интеллектуальную жизнь своего времени. С той поры наука становится все более делом специалистов, области компетенции которых обнаруживают тенденцию ко все большему сужению. Сто лет тому назад хотя и не было таких ученых, как Лейбниц, но были такие, как Гаусс, Фарадей, Дарвин.

В настоящее же время лишь немногие ученые могут назвать себя или математиками, или физиками, или биологами, не прибавляя к этому дальнейшего ограничения. Ученый становится теперь топологом, или акустиком, или специалистом по жесткокрылым. Он набит жаргоном своей специальной дисциплины и знает всю литературу по ней и все ее подразделы. Но всякий вопрос, сколько-нибудь выходящий за эти узкие пределы, такой ученый чаще всего будет рассматривать как нечто, относящееся к коллеге, который работает через три комнаты дальше по коридору. Более того, всякий интерес со своей стороны к подобному вопросу он будет считать совершенно непозволительным нарушением чужой тайны.

Специализация дисциплин все время возрастает и захватывает все новые области. В результате создается ситуация, похожая на ту, которая возникла, когда в Орегоне одновременно находились и поселенцы из Соединенных Штатов, и англичане, и мек-

сиканцы, и русские, — сложный и запутанный клубок открытий, названий и законов. Ниже мы увидим, что существуют области научной работы, исследуемые с разных сторон чистой математикой, статистикой, электротехникой и нейрофизиологией. В этих областях каждое понятие получает особое название у каждой группы специалистов, и многие важные исследования проделываются трижды или четырежды. В то же время другие важные исследования задерживаются из-за того, что в одной области не известны результаты, уже давно ставшие классическими в смежной области.

Именно такие пограничные области науки открывают перед надлежаще подготовленным исследователем богатейшие возможности. Но изучение таких областей представляет и наибольшие трудности для обычного метода массового наступления с разделением труда.

Если трудность физиологической проблемы по существу математическая, то десять несведущих в математике физиологов сделают не больше, чем один несведущий в математике физиолог. Очевидно также, что если физиолог, не знающий математики, работает вместе с математиком, не знающим физиологии, то физиолог не в состоянии изложить проблему в выражениях, понятных математику; математик, в свою очередь, не сможет дать совет в понятной для физиолога форме.

Д-р Розенблют всегда настойчиво утверждал, что действенное изучение этих белых пятен на карте науки может быть предпринято только коллективом ученых, каждый из которых, будучи специалистом в своей области, должен быть, однако, основательно знаком с областями науки своих коллег. При

этом необходимо, чтобы все привыкли работать совместно, зная склад ума другого, оценивая значение новых идей коллеги, прежде чем эти идеи будут точно сформулированы. От математика не требуется умения провести физиологический эксперимент, но он должен уметь понимать такой эксперимент, уметь подвергнуть его критике и уметь предложить новый эксперимент. От физиолога не требуется умения доказать определенную математическую теорему, но физиолог должен быть в состоянии понять ее значение для физиологии и указать математику направление поисков. В течение многих лет мы мечтали об обществе независимых ученых, работающих вместе в одной из этих неисследованных областей науки, и не под началом какого-нибудь высокопоставленного администратора, а объединенных желанием, даже духовной необходимостью, понимать науку как нечто целое и передавать друг другу силу такого понимания.

Мы пришли к согласию по этим вопросам задолго до того, как выбрали область наших совместных исследований и наметили, какое каждый примет в них участие. На наш выбор существенно повлияла война. Я давно знал, что в случае войны мое участие в ней определялось бы в значительной степени двумя обстоятельствами: моим тесным контактом с программой создания вычислительных машин, проводимой д-ром Ванневаром Бушем, и моей совместной работой с д-ром Юк Винг Ли по синтезу электрических схем. Действительно, оба обстоятельства сыграли значительную роль. Летом 1940 г. я стал уделять много внимания разработке вычислительных машин для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Я давно интересо-

вался этим, и у меня сложилось убеждение, что здесь, в отличие от обыкновенных дифференциальных уравнений, так хорошо решавшихся на дифференциальном анализаторе д-ра Буша, главной является проблема представления функций многих переменных. Я был убежден также, что процесс развертки, применяемый в телевидении, дает ответ на этот вопрос и что в действительности телевидение принесет технике больше пользы именно созданием таких новых процессов, чем само по себе, как особая отрасль.

Было ясно, что всякий процесс развертки должен значительно увеличить количество используемых данных по сравнению с тем, которое встречается в задачах, сводимых к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Поэтому для получения приемлемых результатов в приемлемое время необходимо довести до максимума скорость элементарных процессов и добиться, чтобы течение этих процессов не прерывалось существенно более медленными шагами. Необходимо также повысить точность выполнения элементарных процессов настолько, чтобы их частое повторение не приводило к накоплению слишком большой ошибки. В результате были сформулированы следующие требования:

1) Центральные суммирующие и множительные устройства должны быть цифровыми, как в обычном арифмометре, а не основываться на измерении, как в дифференциальном анализаторе Буша.

2) Эти устройства, являющиеся по существу переключателями, должны состоять из электронных ламп, а не из зубчатых передач или электромеханических реле. Это необходимо, чтобы обеспечить достаточное быстроедействие.

3) В соответствии с принципами, принятыми для ряда существующих машин Белловских телефонных лабораторий, должна использоваться более экономичная двоичная, а не десятичная система счисления.

4) Последовательность действия должна планироваться самой машиной так, чтобы человек не вмешивался в процесс решения задачи с момента введения исходных данных до снятия окончательных результатов. Все логические операции, необходимые для этого, должна выполнять сама машина.

5) Машина должна содержать устройство для запасаания данных. Это устройство должно быстро их записывать, надежно хранить до стирания, быстро считывать, быстро стирать их и немедленно подготавливаться к запасанию нового материала.

Эти рекомендации вместе с предложениями по их реализации были направлены д-ру Ванневару Бушу для возможного применения их в случае войны. На той стадии подготовки к войне казалось, что они не столь важны, чтобы приступить к немедленной работе над ними. Тем не менее все эти рекомендации представляют собой идеи, положенные в основу современной сверхбыстрой вычислительной машины. Эти мысли почти носились тогда в воздухе, и я не хочу в данный момент заявлять какие-либо претензии на исключительный приоритет в их формулировке. Все же указанные рекомендации оказались полезными, и я надеюсь, что они имели некоторое влияние на популяризацию этого круга идей среди инженеров. Во всяком случае, как мы увидим в основной части книги, такие идеи интересны в связи с изучением нервной системы.

Итак, эта работа была отложена. Хотя она и принесла некоторую пользу, но непосредственно она не привела д-ра Розенблюта и меня к каким-либо проектам. Наше действительное сотрудничество возникло в связи с другой задачей, также имевшей непосредственное отношение к последней войне. В начале войны господство Германии в воздухе и оборонительная позиция Англии сосредоточили внимание многих ученых на задаче усовершенствования зенитной артиллерии. Уже до войны стало ясно, что возрастающая скорость самолетов опрокинула классические методы управления огнем и что необходимо встроить в прибор управления огнем все вычислительные устройства, обеспечивающие расчеты для выстрела. Эти вычислительные устройства оказались очень сложными вследствие того обстоятельства, что, в отличие от других целей, самолет имеет скорость, сравнимую со скоростью зенитного снаряда. Поэтому необходимо стрелять не прямо в цель, а в некоторую точку, в которой, согласно расчетам, должны по прошествии некоторого времени встретиться самолет и снаряд. Следовательно, мы должны найти какой-нибудь метод предсказания будущего положения самолета.

Простейший метод — продолжить наблюдаемый курс самолета по прямой. Этот метод заслуживает серьезного внимания. Чем больше самолет кружит при полете, чем больше он делает виражей, тем меньше его эффективная скорость, тем меньше времени он имеет для выполнения боевого задания, тем дольше он остается в поражаемом пространстве. При прочих равных условиях самолет будет по возможности лететь по прямой. Однако после разрыва первого снаряда эти прочие условия уже не равны,

и пилот, вероятно, начнет выполнять зигзагообразный полет, фигуры высшего пилотажа или другой противозенитный маневр.

Если бы этот маневр зависел только от пилота и задача пилота сводилась бы к разумному использованию своих шансов, такому, какое мы, например, ожидаем от хорошего игрока в покер, то к моменту разрыва снаряда пилот мог бы настолько изменить положение самолета, что шансы на удачное попадание стали бы пренебрежимо малы, если только не применять весьма неэкономного заградительного огня. Но пилот не имеет возможности неограниченного маневра. Во-первых, пилот находится в самолете, летящем с чрезвычайно большой скоростью, и всякое внезапное отклонение от курса создаст огромную нагрузку, при которой пилот может потерять сознание, а самолет — развалиться. Далее, управлять самолетом можно только посредством движения рулевых поверхностей, и для перехода в новый режим полета потребуется некоторое время.

Однако перевод рулевых поверхностей в новое положение изменит лишь ускорение самолета, и это изменение ускорения еще должно перейти в изменение скорости и затем в изменение положения, прежде чем оно даст эффект. Наконец, находясь в напряженных условиях боя, летчик едва ли будет способен к очень сложному и ничем не ограниченному сознательному поведению. Вероятнее всего, он будет просто выполнять ту программу действий, которой его ранее обучили.

Все это делало целесообразным разработку проблемы предсказания полета по кривой, независимо от того, насколько благоприятными окажутся результаты для действительного применения прибора

управления огнем, использующего такие методы предсказания. Для предсказания будущей криволинейной траектории необходимо выполнить определенные операции над прошлыми наблюдениями траектории. Точный оператор предсказания вообще нельзя осуществить с помощью какой бы то ни было реальной аппаратуры. Но некоторые операторы дают известное приближение и притом допускают реализацию с помощью аппаратуры, которую мы можем построить. Я сказал профессору Массачусетского технологического института Сэмюэлу Колдуэллу, что следовало бы испытать эти операторы. Он немедленно предложил мне начать испытания, используя дифференциальный анализатор д-ра Буша как готовую модель требуемых приборов для управления огнем. Мы провели испытания и получили результаты, описанные в основной части книги. Во всяком случае, я оказался работающим над военным проектом, в котором г-н Джулиан Х. Бигелоу и я совместно проводили разработку теории предсказания и конструирование устройств, воплощающих ее результаты.

Таким образом, я во второй раз занялся изучением электромеханической системы, предназначенной узурпировать специфические функции человека: в первом случае речь шла о выполнении сложных вычислений, во втором — о предсказании будущего. При этом во втором случае мы не могли обойтись без исследования того, как выполняет некоторые функции человек. Правда, в ряде приборов управления огнем исходные данные для наводки поступают непосредственно с радиолокатора, но обычно огнем управляет живой, а не механический наводчик. Люди — вертикальный наводчик, горизон-

тальный наводчик или оба вместе — действуют в качестве неотъемлемой части системы управления огнем. Чтобы математически описать их участие в работе управляемой ими машины, необходимо знать их характеристики. Кроме того, их цель — самолет — также управляется человеком, и желательно знать рабочие характеристики такой цели.

Мы с Бигелоу пришли к заключению, что исключительно важным фактором в сознательной деятельности служит явление, которое в технике получило название обратной связи. Этот вопрос освещен мною весьма подробно в соответствующих главах книги. Здесь я отмечу только одно обстоятельство. Когда мы хотим, чтобы некоторое устройство выполняло заданное движение, разница между заданным и фактическим движением используется как новый входной сигнал, заставляющий регулируемую часть устройства двигаться так, чтобы фактическое движение устройства все более приближалось к заданному.

Например, в одном из типов корабельной рулевой машины поворот штурвала воздействует на *L*-образное колено, присоединенное к румпелю. Это колено так регулирует клапаны рулевой машины, чтобы румпель двигался в положение, при котором эти клапаны закрыты. Поэтому румпель поворачивается так, чтобы привести другой конец названного колена на серединную, нейтральную линию, и тем самым угловое положение штурвала воспроизводится как угловое положение румпеля. Конечно, любое трение или другая задерживающая сила, тормозящая движение румпеля, будет увеличивать впуск пара в клапаны на одной стороне и уменьшать его на другой, чтобы увеличить вращающий момент, стремящийся привести румпель в тре-

буемое положение. Таким образом, система с обратной связью стремится сделать работу рулевой машины относительно независимой от нагрузки.

Но при некоторых условиях, например при наличии задержки во времени и т. п., обратная связь, осуществляемая слишком резко, заставит руль пройти за требуемое положение, а затем обратная связь, действующая в другом направлении, вызовет еще большее отклонение руля от требуемого положения. В результате рулевой механизм будет испытывать сильные колебания, или рысканье, пока совсем не сломается. В таких книгах, как монография Маккола¹, можно найти весьма точное описание обратной связи, условий, при которых обратная связь оказывается применимой, а также условий, при которых она отказывает. Обратная связь — это явление, которое мы хорошо понимаем с количественной точки зрения.

Допустим теперь, что я поднимаю карандаш. Чтобы это сделать, я должен привести в движение определенные мышцы. Однако никто, за исключением специалистов-анатомов, не знает, какие это мышцы. Даже среди анатомов лишь немногие, да и то вряд ли, сумеют поднять карандаш посредством сознательного акта последовательного сокращения отдельных мышц. Нами осознается лишь конечная цель — поднять карандаш. Когда мы решили это сделать, наше движение совершается так, что, грубо говоря, степень, в которой карандаш еще не взят,

¹ *McColl L. A Fundamental Theory of Servomechanisms. New York: Van Nostrand, 1946 (русский перевод: Маккол Л.Б. Основы теории сервомеханизмов. М.: ИЛ, 1947. — Примеч. ред.).*

на каждом этапе уменьшается. Все движение мы выполняем почти бессознательно.

Чтобы действие выполнялось таким способом, на каждом этапе движения в нервную систему должны сознательно или бессознательно подаваться сведения о том, насколько положение нашей руки отличается от положения, при котором мы возьмем карандаш. Если мы смотрим на карандаш, то эти сведения могут быть зрительными, хотя бы частично; но обычно они бывают кинестетическими, или, употребляя термин, который сейчас в ходу, проприоцептивными. Если проприоцептивные ощущения отсутствуют и мы не заменим их зрительными или какими-либо другими, то мы не сможем поднять карандаш — состояние, называемое атаксией. Атаксия этого типа обычна при той форме сифилиса центральной нервной системы, которая носит название спинной сухотки (*tabes dorsalis*). При ней кинестетические ощущения, передаваемые спинномозговыми нервами, более или менее утрачиваются.

Но чрезмерная обратная связь, очевидно, должна быть столь же серьезным препятствием для организованной деятельности, как и недостаточная обратная связь. Принимая во внимание эту возможность, мы с Бигелоу обратились к д-ру Розенблюту с одним специальным вопросом. Существует ли патологическое состояние, при котором больной, пытаясь выполнить сознательное действие, например поднять карандаш, проскакивает мимо цели и совершает не поддающиеся контролю колебания? Д-р Розенблют ответил, что такое состояние существует и хорошо известно. Называется оно интенционным тремором и часто связано с повреждением мозжечка.

Итак, мы нашли весьма существенное подтверждение нашей гипотезы относительно природы сознательной деятельности или по крайней мере некоторых видов этой деятельности. Следует отметить, что эта точка зрения идет значительно дальше обычной точки зрения, распространенной среди нейрофизиологов. Центральная нервная система уже не представляется автономным, независимым органом, получающим раздражения от органов чувств и передающим их в мышцы. Наоборот, некоторые характерные виды деятельности центральной нервной системы объяснимы только как круговые процессы, идущие от нервной системы в мышцы и снова возвращающиеся в нервную систему через органы чувств. При этом неважно, являются ли эти органы чувств проприоцепторами или внешними органами чувств. Нам казалось, что такой подход означает новый шаг в изучении того раздела нейрофизиологии, который затрагивает не только элементарные процессы в нервах и синапсах, но и деятельность нервной системы как единого целого.

Мы трое сочли необходимым написать и опубликовать статью, излагающую эту новую точку зрения¹. Как д-р Розенблют, так и я предвидел, что эта статья может быть только изложением программы большой экспериментальной работы. Мы решили, что если когда-нибудь нам удастся создать институт, занимающийся проблемами связей между разными науками, то эта тема была бы почти идеальным объектом для нашей деятельности.

¹ *Rosenblueth A., Wiener N., Bigelow J. Behavior. Purpose & Teleology // Philosophy of Science. 1943. Vol. 10. P. 18—24.*

Что касается техники связи, то для г-на Бигелоу и для меня уже стало очевидным, что техника управления и техника связи неотделимы друг от друга и что они концентрируются не вокруг понятий электротехники, а вокруг более фундаментального понятия сообщения. При этом несущественно, передается ли сообщение посредством электрических, или механических, или нервных систем. Сообщение представляет собой дискретную или непрерывную последовательность измеримых событий, распределенных во времени, т. е. в точности то, что статистики называют временным рядом.

Предсказание будущего отрезка сообщения производится применением некоторого оператора к прошлому отрезку сообщения, независимо от того, реализуется ли этот оператор алгоритмом математических вычислений или электрическими и механическими устройствами. В связи с этим мы нашли, что идеальные предсказывающие устройства, которые мы сначала рассматривали, подвержены воздействию ошибок двух противоположных видов. Первоначально спроектированный нами предсказывающий прибор можно было сделать таким, чтобы он предугадывал весьма гладкую кривую с любой степенью точности. Однако повышение точности достигалось ценой повышения чувствительности прибора. Чем лучше был прибор для гладких сигналов, тем сильнее он приводился в колебания небольшими нарушениями гладкости и тем продолжительнее были такие колебания. Таким образом, хорошая экстраполяция гладкой кривой, по-видимому, требовала применения более точного и чувствительного прибора, чем наилучшее возможное предсказание негладкой кривой; в каждом отдельном случае вы-

бор прибора зависел бы от статистической природы предсказываемого явления. Можно было думать, что эти два вида взаимозависимых ошибок имеют нечто общее с противоречивыми задачами измерения положения и количества движения, рассматриваемыми в квантовой механике Гейзенберга в соответствии с его принципом неопределенности.

После того как мы уяснили, что решение задачи оптимального предсказания можно получить лишь обратившись к статистике предсказываемого временного ряда, было уже легко превратить то, что сперва представлялось трудностью для теории предсказания, в эффективное средство решения задачи предсказания. Приняв определенную статистику для временного ряда, можно найти явное выражение для среднего квадрата ошибки предсказания при данном методе и на данное время вперед. А располагая таким выражением, мы можем свести задачу оптимального предсказания к нахождению определенного оператора, при котором становилась бы минимальной некоторая положительная величина, зависящая от этого оператора. Задачи на минимум такого типа решаются в хорошо развитой отрасли математики — вариационном исчислении, и эта отрасль имеет хорошо развитую методику. Благодаря этой методике мы оказались в состоянии получить в явном виде наилучшее решение задачи предсказания будущего отрезка временного ряда на основе его статистических свойств и, более того, найти физическую реализацию этого решения посредством реальных приборов.

Проделав это, мы увидели, что по крайней мере одна задача технического проектирования приняла совершенно новый вид. Ведь обычно техническое

проектирование считается скорее искусством, чем наукой. Сведя задачу такого рода к разысканию определенного минимума, мы поставили дело проектирования на более научную основу. Нам пришла мысль, что перед нами не изолированный случай и что существует целая область инженерной работы, в которой аналогичные задачи проектирования можно решать методами вариационного исчисления.

Мы обратились к другим аналогичным задачам и решили их этими методами. В числе решенных задач была задача проектирования волновых фильтров. Часто бывает так, что передаваемое сообщение искажают посторонние помехи, так называемый шумовой фон. Тогда встает задача восстановления посланного сообщения из искаженного сообщения при помощи некоторого оператора. При этом может потребоваться восстановление посланного сообщения либо в первоначальном виде, либо с данным упреждением, либо с данным запаздыванием. Выбор оптимального оператора и прибора, его реализующего, определяется статистическими свойствами сообщения и шума, рассматриваемых по отдельности и совместно. Так в проектировании волновых фильтров мы заменили старые методы, носившие эмпирический и довольно-таки случайный характер, методами, допускающими четкое научное обоснование.

Но тем самым мы сделали из проектирования систем связи статистическую науку, раздел статистической механики. И действительно, понятия статистической механики вторгаются во все отрасли науки уже более ста лет. Мы увидим далее, что эта преобладающая роль статистической механики в со-

временной физике имеет самое существенное значение для понимания природы времени. В случае же техники связи значение статистического элемента непосредственно очевидно. Передача информации возможна лишь как передача альтернатив. Если нужно передавать одну-единственную возможность, то лучше всего и легче всего это сделать тем, что не посылать вообще никакого сообщения. Телефон и телеграф могут выполнять свои функции только в том случае, когда передаваемые ими сообщения непрерывно изменяются, причем эти изменения не определяются полностью прошлой частью сообщений. С другой стороны, эффективное проектирование телефона и телеграфа возможно только при том условии, что изменения передаваемых сообщений подчиняются каким-нибудь статистическим закономерностям.

Чтобы подойти к технике связи с этой стороны, нам пришлось разрабатывать статистическую теорию количества информации. В этой теории за единицу количества информации принимается количество информации, передаваемое при одном выборе между равновероятными альтернативами. Такая мысль возникла почти одновременно у нескольких авторов, в том числе у статистика Р.А. Фишера, у д-ра Шеннона из Белловских телефонных лабораторий и у автора настоящей книги¹. При этом Фишер исходил из классической статистической теории, Шеннон — из проблемы кодирования инфор-

¹ Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей. — М.: Госстатиздат, 1961; Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетики. М.: ИЛ, 1963. — *Примеч. ред.*

мации, автор настоящей книги — из проблемы сообщения и шумов в электрических фильтрах. Следует, однако, отметить, что некоторые мои изыскания в этом направлении связаны с более ранней работой Колмогорова¹ в России, хотя значительная часть моей работы была сделана до того, как я обратился к трудам русской школы.

Понятие количества информации совершенно естественно связывается с классическим понятием статистической механики — понятием энтропии. Как количество информации в системе есть мера организованности системы, точно так же энтропия системы есть мера дезорганизованности системы; одно равно другому, взятому с обратным знаком. Эта точка зрения приводит нас к ряду рассуждений относительно второго закона термодинамики и к изучению возможности так называемых «демонов» Максвелла. Вопросы такого рода возникают совершенно независимо при изучении энзимов и других катализаторов, и их рассмотрение существенно для правильного понимания таких основных свойств живой материи, как обмен веществ и размножение. Третье фундаментальное свойство жизни — свойство раздражимости — относится к области теории связи и попадает в группу идей, которые мы только что разбирали².

Таким образом, четыре года назад группа ученых, объединенных вокруг д-ра Розенблюта и меня,

¹ Колмогоров А.Н. Интерполирование и экстраполирование стационарных случайных последовательностей // Известия АН СССР. Сер. мат. 1941. № 5. С. 3—14.

² Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М.: ИЛ, 1947.

уже понимала принципиальное единство ряда задач, в центре которых находились вопросы связи, управления и статистической механики, и притом как в машине, так и в живой ткани. Но наша работа затруднялась отсутствием единства в литературе, где эти задачи трактовались, и отсутствием общей терминологии или хотя бы единого названия для этой области. После продолжительного обсуждения мы пришли к выводу, что вся существующая терминология так или иначе слишком однобока и не может способствовать в надлежащей степени развитию этой области. По примеру других ученых, нам пришлось придумать хотя бы одно искусственное неогреческое выражение для устранения пробела. Было решено назвать всю теорию управления и связи в машинах и живых организмах кибернетикой, от греческого *kybernētēs* — «кормчий». Выбирая этот термин, мы тем самым признавали, что первой значительной работой по механизмам с обратной связью была статья о регуляторах, опубликованная Кларком Максвеллом в 1868 г.¹, и что слово «governor», которым Максвелл обозначал регулятор, происходит от латинского искажения слова *kybernētēs*. Мы хотели также отметить, что судовые рулевые машины были действительно одними из самых первых хорошо разработанных устройств с обратной связью².

¹ Максвелл Д.К. О регуляторах // Максвелл Д.К., Вышнеградский И.А., Стодол А. Теория автоматического регулирования. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 9—29.

² Как оказалось, слово «кибернетика» (*kybernētēs*) не является неологизмом. Оно встречается довольно часто у Платона, где обозначает искусство управлять кораблем, искусство кормчего, а в переносном смысле —

Несмотря на то что термин «кибернетика» появился только летом 1947 г., мы сочли удобным использовать его в ссылках, относящихся к более ранним периодам развития этой области науки. Приблизительно с 1942 г. развитие кибернетики проходило по нескольким направлениям. Сначала идеи совместной статьи Бигелоу, Розенблюта и Винера были изложены д-ром Розенблютом на совещании, проведенном фондом Джосайи Мейси в Нью-Йорке в 1942 г. Совещание было посвящено проблемам центрального торможения в нервной системе. На совещании присутствовал д-р Уоррен Мак-Каллох из Медицинской школы Иллинойского университета, уже давно поддерживавший связь с д-ром Розенблютом и со мною и интересовавшийся изучением организации коры головного мозга.

Примерно в это же время на сцену выступает фактор, который неоднократно появляется в истории кибернетики, — влияние математической логики. Если бы мне пришлось выбирать в анналах истории наук святого — покровителя кибернетики, то я

также искусство управления людьми. В 1834 г. знаменитый французский физик А.-М. Ампер, занимавшийся также вопросами классификации наук, назвал, по примеру древних, кибернетикой (*cybernetique*) науку об управлении государством. В таком значении это слово вошло в ряд известных словарей XIX в. Ампер относил кибернетику вместе с «этнодией» (наукой о правах народов), дипломатией и «теорией власти» к политическим наукам, причем кибернетика и теория власти составляли у него «политику в собственном смысле слова» (см. Ampere A.-M. *Essai sur la philosophie des sciences*. 2nd partie. Paris: Bachelier, 1843. Chapitre IV. § IV. P. 140—142). — *Примеч. ред.*

выбрал бы Лейбница. Философия Лейбница концентрируется вокруг двух основных идей, тесно связанных между собой: идеи универсальной символики и идеи логического исчисления.

Из этих двух идей возникли современный математический анализ и современная символическая логика. И как в арифметическом исчислении была заложена возможность развития его механизации от абака и арифмометра до современных сверхбыстрых вычислительных машин, так в *calculus ratiocinator*¹ Лейбница содержится в зародыше *machina ratiomatrix* — думающая машина. Сам Лейбниц, подобно своему предшественнику Паскалю, интересовался созданием вычислительных машин в металле. Поэтому совсем неудивительно, что тот же самый умственный толчок, который привел к развитию математической логики, одновременно привел к гипотетической, или действительной, механизации процессов мышления.

Всякое математическое доказательство, за которым мы можем следить, выразимо конечным числом символов. Эти символы, правда, могут быть связаны с понятием бесконечности, но связь эта такова, что ее можно установить за конечное число шагов. Так, когда в случае математической индукции мы доказываем теорему, зависящую от параметра n , мы доказываем ее сначала для $n=0$ и затем устанавливаем, что случай, когда параметр имеет значение $n+1$, вытекает из случая, когда параметр имеет значение n . Тем самым мы убеждаемся в правильности теоремы для всех положительных значений параметра n . Более того, число правил действия в нашем дедук-

¹ Исчисление умозаключений (лат.). — Примеч. ред.

тивном механизме должно быть конечным, даже если оно кажется неограниченным из-за ссылки на понятие бесконечности. Ведь и само понятие бесконечности выразимо в конечных терминах. Короче говоря, как номиналистам (Гильберт), так и интуicionистам (Вейль) стало совершенно очевидно, что развитие той или иной математико-логической теории подчиняется ограничениям того же рода, что и работа вычислительной машины. Как мы увидим позже, можно даже интерпретировать с этой точки зрения парадоксы Кантора и Рассела.

Я сам в прошлом ученик Рассела и многим обязан его влиянию. Д-р Шеннон взял как тему своей докторской диссертации в Массачусетском технологическом институте применение методов классической булевой алгебры классов к изучению переключательных систем в электротехнике¹. Тьюринг был, пожалуй, первым среди ученых, исследовавших логические возможности машин с помощью мысленных экспериментов. Во время войны он работал для английского правительства в области электроники. В настоящее время он возглавляет программу по созданию вычислительных машин современного образца, принятую Национальной физической лабораторией в Теддингтоне.

Другим молодым ученым, перешедшим из математической логики в кибернетику, был Уолтер Питтс. Он был учеником Карнапа в Чикаго и был

¹ *Шеннон К.Э.* Указ. соч. Булева алгебра классов — логическое исчисление, названное по имени известного английского математика Джорджа Буля (1815—1864), который считается основателем математической логики. — *Примеч. ред.*

связан с проф. Рашевским и его школой биофизиков. Заметим попутно, что эта последняя группа сделала очень много для того, чтобы направить внимание ученых-математиков на возможности биологических наук. Правда, некоторым из нас кажется, что она находится под слишком большим влиянием задач об энергии и потенциалах и методов классической физики, чтобы наилучшим образом решать задачи по изучению систем, подобных нервной системе, которые весьма далеки от энергетической замкнутости.

Г-н Питтс весьма удачно попал под влияние Мак-Каллоха; они вместе начали работать над проблемами, связанными с соединением нервных волокон синапсами в системы, обладающие заданными общими свойствами. Независимо от Шеннона они использовали аппарат математической логики для решения проблем, являющихся прежде всего переключательными проблемами. Мак-Каллох и Питтс ввели принципы, остававшиеся в тени в ранней работе Шеннона, хотя и вытекающие, несомненно, из идей Тьюринга: использование времени как параметра, рассмотрение сетей, содержащих циклы, и рассмотрение синаптических и других задержек¹.

Летом 1943 г. я встретил д-ра Дж. Леттвина из Бостонской городской больницы, весьма интересовавшегося вопросами, связанными с нервными механизмами. Он был близким другом г-на Питтса и

¹ *Turing A.M.* On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem // Proc. London Math. Soc. Ser. 2. 1936. Vol. 42. P. 230—265.

познакомил меня с его работой¹. Он убедил Питтса приехать в Бостон и встретиться с д-ром Розенблютом и со мной. Мы с радостью пригласили его в нашу группу. Г-н Питтс перешел в Массачусетский технологический институт осенью 1943 г., чтобы работать вместе со мной и чтобы углубить свою математическую подготовку для исследований в этой науке — кибернетике, к тому времени уже родившейся, но еще не окрещенной.

Г-н Питтс был тогда основательно знаком с математической логикой и нейрофизиологией, но не имел случая сколько-нибудь близко соприкоснуться с техникой. В частности, он не был знаком с работой д-ра Шеннона и недостаточно ясно представлял себе возможности электроники. Он очень заинтересовался, когда я показал ему образцы современных вакуумных ламп и объяснил, что они являются идеальным средством для реализации в металле эквивалентов рассматриваемых им нейронных сетей и систем. С этого времени нам стало ясно, что сверхбыстрая вычислительная машина, поскольку вся она строится на последовательном соединении переключательных устройств, является идеальной моделью для решения задач, возникающих при изучении нервной системы. Возбуждение нейронов по принципу «все или ничего» в точности подобно од-

¹ *McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bull. Math. Biophys. 1943. Vol. 5. P. 115—133 (русский перевод: Мак-Каллох У.С., Питтс В. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности // Автоматы // Пер. под ред. Ляпунова А.А. М.: ИЛ, 1956. С. 362—384.*

нократному выбору, производимому при определении разряда двоичного числа; а двоичная система счисления уже признавалась не одним из нас за наиболее удовлетворительную основу для проектирования вычислительных машин. Синапс есть не что иное, как механизм, определяющий, будет ли некоторая комбинация выходных сигналов от данных предыдущих элементов служить подходящим стимулом для возбуждения следующего элемента или нет; тем самым синапс в точности подобен устройствам вычислительной машины. Наконец, проблема объяснения природы и разновидностей памяти у животных находит параллель в задаче создания искусственных органов памяти для машин.

Тем временем оказалось, что создание вычислительных машин имеет гораздо более важное значение для военных целей, чем предполагал ранее д-р Буш. Строительство новых машин развернулось в нескольких центрах, и притом в направлении, которое не очень отличалось от указанного в моем первом докладе. Гарвардский университет, испытательный полигон в Абердине и Пенсильванский университет уже построили вычислительные машины, а Институт высших исследований в Принстоне¹ и Массачусетский технологический институт должны были к этому вскоре приступить.

¹ Институт высших исследований (Institute for Advanced Study) — известный научно-исследовательский центр в гор. Принстоне, штат Нью-Джерси, в котором работали многие выдающиеся ученые, включая А. Эйнштейна. Основан в 1933 г. реформатором американской системы просвещения А. Флекснером. Частное заведение, частично связанное с Принстонским университетом. — *Примеч. ред.*

В программе строительства вычислительных машин наблюдался постепенный переход от механических систем к электрическим, от десятичной системы счисления к двоичной, от механического реле к электрическому, от ручного управления операциями к автоматическому управлению. Коротче говоря, каждая новая машина все более и более походила на образец, описанный в том докладе, который я в свое время направил д-ру Бушу. Множество народа жадно интересовалось этими вопросами; у нас была возможность передавать свои идеи коллегам, в частности д-ру Эйкену из Гарвардского университета, д-ру фон Нейману из Института высших исследований и д-ру Голдстайну, работавшему над машинами ЭНИАК¹ и ЭДВАК² в Пенсильванском университете. Везде нас внимательно выслушивали, и скоро словарь инженеров стал пе-

¹ ЭНИАК (ENIAC — Electronic Numerical Integrator and Automatic Calculator, т. е. «Электронный численный интегратор и автоматический вычислитель») — первая американская электронная вычислительная машина; строилась во время войны Пенсильванским университетом в Филадельфии для Управления вооружения армии США. Впервые публично продемонстрирована в феврале 1946 г. и затем использовалась в баллистической лаборатории испытательного полигона в Абердине, Мериленд США. — *Примеч. ред.*

² ЭДВАК (EDVAC — Electronic Discrete Variable Automatic Computer, т. е. «Электронная автоматическая вычислительная машина с дискретными переменными») — вторая электронная вычислительная машина, построенная в Пенсильванском университете; предназначалась для баллистической лаборатории испытательного полигона в Абердине. — *Примеч. ред.*

стреть выражениями, употребляемыми нейрофизиологами и психологами.

На этой стадии работ д-р Нейман и я сочли необходимым провести объединенное совещание всех интересующихся тем, что мы сейчас называем кибернетикой. Такое совещание было организовано в Принстоне в конце зимы 1943/44 г. Присутствовали и инженеры, и физиологи, и математики. Д-р Розенблют не мог быть среди нас, так как он только что принял приглашение на должность заведующего лабораторией физиологии в Национальном институте кардиологии в Мексике; но от физиологов присутствовали д-р Мак-Каллох и д-р Лоренте де Но из Рокфеллеровского института. Д-р Эйкен не смог присутствовать, но в совещании участвовало несколько конструкторов вычислительных машин и среди них д-р Голдстайн. Д-р фон Нейман, г-н Питтс и я представляли математиков. Физиологи сделали совместное изложение задач кибернетики с их точки зрения, аналогичным образом конструкторы вычислительных машин изложили свои цели и методы. В конце совещания всем стало ясно, что существует значительная идейная общность между работниками разных специальностей, что представители каждой группы уже могут пользоваться понятиями, выработанными представителями других групп и что поэтому необходимо попытаться создать общую для всех терминологию.

Значительно раньше военная исследовательская группа, руководимая д-ром Уорреном Уивером, выпустила отчет, сначала секретный, а затем для ограниченного пользования, где излагалась работа г-на Бигелоу и моя по предсказывающим приборам и

волновым фильтрам¹. Было установлено, что конструирование специальных приборов для криволинейного предсказания не оправдывается условиями ведения зенитного огня. Но принципы оказались верными и были использованы государственными органами при решении задач на сглаживание и в некоторых смежных областях. В частности, оказалось, что интегральное уравнение того типа, к которому сводится рассматриваемая нами задача вариационного исчисления, появляется в проблемах волноводов и во многих других проблемах прикладной математики. Таким образом, к концу войны идеи теории предсказания, идеи статистического подхода к технике связи так или иначе стали уже знакомы значительной части статистиков и инженеров-связистов в Соединенных Штатах и Великобритании; кроме моего военного отчета, ныне совершенно разошедшегося, к этому времени вышло большое число объяснительных статей, написанных Левинсоном, Уоллменом, Дэниеллом, Филлипсом и другими² для заполнения пробела. Сам я в течение нескольких лет готовил большую математическую статью с целью окончательно зафиксировать проделанную работу, но затем не зависящие от меня обстоятельства воспрепятствовали быстрой публикации этой статьи. Наконец, после совместного совещания Американского математического общества и Института математической статистики, организованного в Нью-Йорке весной 1947 г. (оно было по-

¹ Как сообщается в другой книге Винера, этот военный отчет вышел в феврале 1942 г. — *Примеч. ред.*

² *Levinson N. // J. Math. and Physics.* 1947. Vol. 25. P. 261—278; Vol. 26. P. 110—119.

священо изучению стохастических процессов, с точки зрения весьма близкой к кибернетике), я переслал проф. Дубу из Иллинойского университета готовую часть рукописи с тем, чтобы он переработал ее в своих обозначениях и в соответствии со своими идеями для книги, которая должна выйти в серии математических обзоров Американского математического общества¹. Часть работы уже излагалась в курсе лекций, читанном мною на математическом отделении МТИ летом 1945 г. После этого вернулся из Китая мой старый ученик и сотрудник² д-р Ю.В. Ли. Сейчас, осенью 1947 г., он читает лекции о новых методах проектирования волновых фильтров и других аналогичных приборов в МТИ на электротехническом отделении. На основе этого курса лекций он собирается издавать книгу. В то же время намечается переиздание моего военного отчета, разошедшегося полностью³.

Как я уже сказал, д-р Розенблют вернулся в начале 1944 г. в Мексику. Весной 1945 г. я получил приглашение от Мексиканского математического общества принять участие в совещании, которое

¹ Впоследствии вышла книга: *Doob J.L. Stochastic Processes.* — New York — London: Wiley — Chapman & Hall, 1953 (русский перевод: Дуб Дж. Л. Вероятностные процессы. — М.: ИЛ, 1956). В предисловии к ней Дуб указал, что глава XII, посвященная теории линейного предсказания (прогнозирования), написана с помощью Н. Винера. — *Примеч. ред.*

² *Lee Y.W. // J. Math. and Physics.* 1932. Vol. 11. P. 261—278.

³ *Wiener N. Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series.* — New York: Technology Press and Wiley, 1949.

должно было состояться в июне в Гвадалахаре. К этому приглашению присоединилась Комиссия по поощрению и координации научных исследований, руководимая д-ром Мануэлем Сандовалем Вальяртой, о котором я уже говорил. Д-р Розенблют предложил мне провести совместно какое-либо исследование, и Национальный институт кардиологии, где директором был д-р Игнасио Чавес, оказал мне свое гостеприимство.

Я тогда пробыл в Мексике около десяти недель. Мы с д-ром Розенблютом решили продолжать работу, которую уже обсуждали ранее с д-ром Уолтером Б. Кенноном, также гостившим у д-ра Розенблюта; к несчастью, эта поездка оказалась для д-ра Кеннона последней. Наша работа посвящалась зависимости между тоническими, клоническими и фазовыми судорогами при эпилепсии, с одной стороны, и тонической спазмой, биением и мерцанием сердца — с другой. Мы полагали, что сердечная мышца благодаря своей раздражимости столь же полезна для изучения механизмов проводимости, как и нервная ткань, а анастомозы и перекресты волокон сердечной мышцы ставят нас перед меньшими трудностями, чем нервные синапсы. Мы были глубоко благодарны д-ру Чавесу за его щедрое гостеприимство; и хотя институт никогда не стремился ограничить д-ра Розенблюта одними лишь исследованиями сердца, мы были весьма рады возможности способствовать выполнению основной задачи института.

Исследования наши приняли два направления: изучение явлений проводимости и покоя в однородных проводящих средах двух и более измерений и статистическое изучение свойств проводимости случайных сетей проводящих волокон. Первое на-

правление привело нас к наброскам теории трепетания сердца, второе — к некоторому возможному пониманию явления мерцания. Оба направления изложены в опубликованной нами статье¹. Конечно, наши первые результаты потребовали затем значительного пересмотра. Но работу о трепетании продолжает г-н Оливер Г. Селфридж из Массачусетского технологического института, а статистические методы, примененные при изучении сетей волокон сердечной мышцы, были распространены на нейронные сети г-ном Уолтером Питтсом, ныне стипендиатом фонда Джона Саймона Гуггенгейма. Д-р Розенблют проводит экспериментальную работу, в чем ему помогает д-р. Ф. Гарсия Рамос, сотрудник Национального института кардиологии и Мексиканской военно-медицинской школы.

В Гвадалахаре на заседании Мексиканского математического общества мы с д-ром Розенблютом доложили часть полученных результатов. Мы сделали вывод, что наши прежние предположения о возможном сотрудничестве оказались вполне реальными. Нам повезло, и мы получили возможность изложить наши результаты большой аудитории слушателей. Весной 1946 г. д-р Мак-Каллох

¹ *Wiener N., Rosenblueth A. The Mathematical Formulation of the Problem of Conduction of Impulses in a Network of Connected Excitable Elements, Specifically in Cardiac Muscele. // Arch. Inst. Cardiol Mex. 1946. Vol. 16. P. 205—265 (русский перевод: Винер Н., Розенблют А. Проведение импульсов в сердечной мышце: Математическая формулировка проблемы проведения импульсов в сети связанных возбудимых элементов, в частности в сердечной мышце // Кибернетический сборник. Вып. 3. М., 1961. С. 7—86.*

договорился с фондом Джосайи Мейси об организации первого из совещаний по вопросам обратной связи, которые должны были состояться в Нью-Йорке. Эти совещания проводились в соответствии с традициями фонда Мейси. Организацией совещаний занимался по поручению фонда д-р Фрэнк Фремон-Смит, разработавший весьма эффективный порядок. Предполагалось собрать небольшую — не свыше, скажем, двадцати человек — группу специалистов по различным связанным между собой отраслям науки, чтобы эти специалисты проводили вместе пару дней в постоянном общении на неофициальных докладах, дискуссиях и совместных обедах; группа будет собираться до тех пор, пока ее члены не преодолеют своих разногласий и преуспеют в выработке общего мнения. Основным ядром наших собраний была группа, сложившаяся в Принстоне в 1944 г.; однако доктора Мак-Каллох и Фремон-Смит, правильно оценив возможность психологических и социологических применений наших идей, включили в группу ряд ведущих психологов, социологов и антропологов. Необходимость привлечения к работе психологов была очевидна с самого начала. Кто изучает нервную систему, не может забывать о мышлении, а кто изучает мышление, обязан постоянно помнить о нервной системе. Значительная часть психологии прошлого по существу была не чем иным, как физиологией внешних органов чувств; а комплекс идей, вносимых в психологию кибернетикой, затрагивает в первую очередь анатомию и физиологию высокоспециализированных областей коры головного мозга, связанных с этими внешними органами чувств. С самого начала мы догадывались, что проблема

восприятия гештальта¹, или, иначе говоря, проблема образования обобщений при восприятии, имеет тот же характер. Каков механизм, при помощи которого мы опознаем квадрат как квадрат, независимо от его положения, размеров и ориентации? Чтобы помочь нам в таких вопросах и, в свою очередь, получить информацию о возможных применениях наших концепций в своей области, среди нас присутствовали психологи: проф. Клювер из Чикагского университета, покойный д-р Курт Левин из Массачусетского технологического института и д-р М. Эриксон из Нью-Йорка.

Что касается социологии и антропологии, то очевидно, что информация и связь как механизмы организации действуют не только в индивидууме, но и в обществе. Совершенно невозможно понять устройство таких социальных систем, как муравейник, без подробного анализа их средств связи; здесь нам очень пригодилась помощь, которую оказал д-р Шнейрла. При рассмотрении аналогичных проблем, касающихся организации человеческого общества, мы обращались к антропологам д-ру Бейтсону и д-ру Маргарите Мид. Д-р Моргенштерн из Института высших исследований был нашим консультантом в той важной области социальной организации, которая связана с экономическими вопросами. Между прочим, его очень ценная книга по теории игр, написанная им совместно с д-ром фон Нейманом, при-

¹ Гештальт (нем. Gestalt) — целостная форма, целостный образ; термин так называемой гештальтпсихологии — направления в зарубежной психологической науке, придающего особое значение целостному подходу к явлениям. — *Примеч. ред.*

надлежит к наиболее интересным исследованиям социальной организации¹. Методы, которыми это исследование выполнено, тесно связаны с методами кибернетики, хотя и отличны от них. Д-р Левин и другие представляли новое направление в теории изучения общественного мнения и практике его формирования, а д-р Нортроп интересовался анализом философского значения нашей работы.

Это, однако, не составляет полного списка нашей группы. Расширяя группу, мы пополнили ее также новыми инженерами и математиками (Бигеллоу и Сэведж), новыми нейроанатомами и нейрофизиологами (фон Бонин и Ллойд) и т. д. Наше первое совещание, состоявшееся весной 1946 г., было посвящено в основном ознакомительным докладам бывших участников Принстонского совещания и общей оценке новой области всеми присутствующими. Мнение совещания было следующим: идеи кибернетики достаточно важны и интересны, и имеет смысл устраивать такие совещания каждые полгода. Перед ближайшим совещанием надо устроить небольшой семинар для лиц, обладающих меньшей математической подготовкой, и объяснить им как можно проще существо используемых математических понятий.

Летом 1946 г., воспользовавшись поддержкой Рокфеллеровского фонда и гостеприимством Национального института кардиологии, я возвратился в Мексику, чтобы продолжить нашу совместную с

¹ Имеется в виду книга: *Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior. Princeton: Princeton University Press, 1943 (1st ed.; 2nd ed. 1947).* — *Примеч. ред.*

д-ром Розенблютом работу. На сей раз мы решили взять неврологическую задачу, непосредственно затрагивающую вопросы обратной связи, и посмотреть, чего здесь можно добиться экспериментальным путем. В качестве подопытного животного мы выбрали кошку и решили изучать у нее четырехглавую мышцу — разгибатель бедра. Мы перерезали место прикрепления мышцы, присоединяли ее под известным напряжением¹ к рычагу и записывали ее сокращения в изометрических и в изотонических условиях. Для записи электрических изменений в самой мышце мы пользовались осциллографом. Обычно мы работали с кошкой, которая была сначала децеребрирована под эфирным наркозом, а затем превращена в спинномозговой препарат перерезкою спинного мозга на уровне груди. Во многих случаях для усиления рефлекторных реакций использовался стрихнин. Мышца нагружалась до тех пор, пока легкое надавливание не вызывало у нее периодических сокращений, которые на языке физиологов называются клонусом. Мы исследовали эти периодические сокращения с учетом физиологического состояния кошки, нагрузки мышцы, частоты колебаний, основного уровня, вокруг которого происходят колебания, и их амплитуды. Эти колебания мы пытались анализировать теми же методами, которыми анализировали бы механическую или электрическую систему, обнаруживающую рысканье такой же формы. Например, мы применяли методы, изложенные в книге Маккола о сервомеханизмах.

¹ Речь идет об упругом напряжении, т. е. о натяжении, измеряемом в единицах силы. — *Примеч. ред.*

Здесь не место обсуждать подробно значение наших результатов. Сейчас мы их проверяем и готовимся изложить для публикации. Однако установлены или весьма вероятны следующие положения: во-первых, частота клонических колебаний гораздо менее чувствительна к изменениям условий нагрузки, чем мы ожидали; во-вторых, эта частота определяется почти исключительно константами замкнутой дуги «эфферентный нерв — мышца — конечное кинестетическое тело — афферентный нерв — центральный синапс — эфферентный нерв». Эта цепь не является даже в первом приближении цепью линейных операторов относительно числа импульсов, передаваемых в секунду эфферентным нервом, но становится почти что линейной, если вместо числа импульсов взять его логарифм. Это соответствует тому обстоятельству, что огибающая раздражения эфферентного нерва весьма далека от синусоиды, но логарифм этой кривой гораздо ближе к синусоиде. Между тем в линейной колебательной системе с постоянным уровнем энергии кривая раздражения должна быть синусоидой во всех случаях, кроме множества случаев нулевой вероятности. С другой стороны, понятия проторения и торможения по своей природе являются скорее мультипликативными, чем аддитивными. Так, полное торможение означает умножение на нуль, а частичное торможение — умножение на малый множитель. С помощью понятий торможения и проторения и обсуждалась эта рефлекторная дуга¹. Далее, синапс есть регистратор

¹ Неопубликованные статьи по клонусу, подготовленные в Национальном институте кардиологии в Мексике. — *Примеч. ред.*

совпадений, и выходное волокно раздражается лишь тогда, когда число импульсов, поступивших на входы в течение некоторого малого времени суммации, превышает определенный порог. Если этот порог достаточно низок по сравнению с общим числом входных сигналов, то синаптический механизм служит просто для умножения вероятностей и может рассматриваться как приблизительное линейное звено лишь в логарифмической системе. Этот приблизительно логарифмический характер синаптического механизма, несомненно, связан с приблизительно логарифмическим характером закона интенсивности ощущения Вебера—Фехнера, хотя названный закон и является лишь первым приближением.

Самое интересное — это то, что, приняв логарифмическую шкалу и используя данные, полученные при изучении прохождения одиночных импульсов через различные звенья нервно-мышечной дуги, мы смогли получить весьма хорошее приближение к экспериментальным значениям периода клонических судорог при помощи методов, применяемых в теории сервомеханизмов для определения частоты колебаний рысканья в перерегулированных системах с обратной связью. Теоретически мы получили колебания приблизительно в 13,9 Гц для условий, в которых частота экспериментально наблюдаемых колебаний изменялась от 7 до 30 Гц, оставаясь, однако, большей частью в пределах от 12 до 17 Гц. Учитывая условия исследования, совпадение следует считать очень хорошим.

Частота клонических судорог не является единственным важным явлением, которое мы наблюдали. Мы также встретили относительно медленное изменение основного упругого напряжения и еще

более медленное изменение амплитуды. Эти явления, конечно, носят совсем нелинейный характер. Однако достаточно медленные изменения параметров линейной колебательной системы можно рассматривать в первом приближении как бесконечно медленные, а тогда на протяжении каждого этапа колебаний система ведет себя как система с постоянными параметрами. Этот метод известен в других разделах физики под названием метода вековых возмущений. Он может применяться и для изучения изменений основного уровня и амплитуды клонуса. Эта работа еще не закончена, но ясно, что она является перспективной и обещающей.

Есть серьезные основания для следующего предположения: хотя при клонусе синхронизация главной дуги свидетельствует о ее принадлежности к двухнейронным дугам, усиление импульсов в этой дуге изменяется в одной, а может быть, и в нескольких точках, так что некоторая часть общего усиления определяется медленными, многонейронными процессами, протекающими в отделах центральной нервной системы, расположенных гораздо выше спинномозговой цепочки, ответственной за синхронизацию клонических судорог. На это переменное усиление влияет уровень центральной активности, применение стрихнина или анестезирующих средств, децеребрация и многие другие причины.

Таковы главные результаты, доложенные д-ром Розенблютом и мною на Мейсиевском совещании осенью 1946 г. и на заседании Нью-Йоркской академии наук. Это заседание академии состоялось той же осенью и преследовало цель пропаганды кибернетики в широких массах слушателей. Хотя мы

были удовлетворены нашими результатами и целиком убеждены в осуществимости работ в этом направлении, мы чувствовали, что наша совместная работа продолжалась слишком мало и проводилась в слишком стесненных обстоятельствах и что поэтому не стоило публиковать результаты без дальнейших экспериментальных подтверждений. Сейчас, летом и осенью 1947 г., мы ищем эти подтверждения, которые, впрочем, могут оказаться и опровержением.

Рокфеллеровский фонд ранее уже предоставил д-ру Розенблюту субсидию на оборудование нового лабораторного здания в Национальном институте кардиологии. Мы решили, что наступило подходящее время для нашего совместного обращения в этот фонд к д-ру Уоррену Уиверу, заведующему отделом физических наук, и д-ру Роберту Морисону, заведующему отделом медицинских наук. Помощь фонда дала бы нам основу для длительного научного сотрудничества и тем самым позволила бы выполнять нашу программу более медленно, но более основательно. В этом нас горячо поддержали наши учреждения. Д-р Джордж Гаррисон, декан отделения точных наук, был главным представителем Массачусетского технологического института во время этих переговоров, а д-р Игнасио Чавес выступал от имени Национального института кардиологии. Во время переговоров выяснилось, что лабораторный центр нашей совместной работы следует организовать в Национальном институте кардиологии, так как, во-первых, это позволяло избежать дублирования лабораторного оборудования и, во-вторых, Рокфеллеровский фонд был весьма заинтересован в развитии научных центров в Латинской Америке.

Наконец, был принят план на пять лет, в течение которых я должен был проводить по шесть месяцев каждый второй год в Национальном институте кардиологии, а д-р Розенблют — по шесть месяцев в Массачусетском технологическом институте все остальные годы. Время пребывания в Национальном институте кардиологии предполагалось посвятить получению и разъяснению экспериментальных данных, относящихся к кибернетике, а остальное время — изысканиям более теоретического характера и, самое главное, исключительно трудной задаче составления программы подготовки для людей, желающих работать в этой новой области. Необходимо было, чтобы эта программа обеспечивала им приобретение необходимых математических, физических и технических знаний и наряду с этим надлежащее знакомство с методами биологии, психологии и медицины.

Весной 1947 г. д-р Мак-Каллох и г-н Питтс сделали работу, имеющую большое значение для кибернетики. Перед д-ром Мак-Каллохом стояла задача сконструировать аппарат, дающий возможность слепому воспринимать печатный текст на слух. Получение звуков разных тонов от разных букв через посредство фотоэлементов — давно известная вещь. Осуществить ее можно многими способами. Основная трудность заключается в том, чтобы получить один и тот же звук для букв данной формы, независимо от их величины. Это точный аналог задачи восприятия формы, или гештальта, восприятия, позволяющего нам опознавать квадрат как квадрат, независимо от бесчисленных изменений размера и ориентации. Прибор Мак-Каллоха обеспечивал избирательное чтение печатной буквы

при различных ее увеличениях. Такое избирательное чтение может выполняться автоматически посредством процесса развертки. Идея развертки, позволяющей производить сравнение между исследуемой фигурой и данной стандартной фигурой фиксированного, но совсем другого размера, уже предлагалась мною на одном из Мейсиевских совещаний. Схема прибора, осуществляющего избирательное чтение, привлекла внимание д-ра фон Болина, который тут же спросил: «Это схема четвертого слоя зрительной коры головного мозга?» Основываясь на этой идее, д-р Мак-Каллох с помощью г-на Питтса разработал теорию, связывающую анатомию и физиологию зрительной коры головного мозга. В этой теории операция развертки по некоторому множеству преобразований играет большую роль. Указанная теория была доложена весной 1947 г. на Мейсиевском совещании и на заседании Нью-Йоркской академии наук.

Упомянутый процесс последовательного перебора занимает определенный период времени, соответствующий так называемому «времени развертки» в обычном телевидении. Различные анатомические соображения позволяют определить этот период по длине цепочки последовательных синапсов, необходимых для осуществления одного цикла работы. Эти соображения дают время порядка одной десятой секунды для полного завершения цикла операций, что приблизительно равно периоду так называемого «альфа-ритма» головного мозга. Между прочим, совершенно другие соображения уже давно говорили за то, что альфа-ритм связан со зрительным восприятием и играет важную роль в процессе восприятия формы.

Весной 1947 г. я получил приглашение принять участие в математической конференции в Нанси (Франция) по проблемам гармонического анализа. Я принял его и по пути в Нанси и обратно провел в целом около трех недель в Англии в гостях у моего старого друга проф. Дж.Б.С. Холдэйна. Это был прекрасный случай встретиться с большинством специалистов, работавших по сверхбыстрым вычислительным машинам, особенно в Манчестере и в Национальной физической лаборатории в Теддингтоне. Но больше всего я был рад возможности побеседовать в Теддингтоне об основных идеях кибернетики с г-ном Тьюрингом. Я посетил также Психологическую лабораторию в Кембридже и имел возможность обсудить подробно работу, которую вели проф. Ф.К. Бартлетт и его сотрудники. Они занимались оценкой человеческого фактора в управляющих системах, содержащих такой фактор. Я нашел, что в общем в Англии так же сильно интересуются кибернетикой и так же хорошо разбираются в ней, как и в Соединенных Штатах, и что инженерно-технические работы поставлены превосходно, хотя и ограничены в масштабах из-за меньших размеров выделенных средств. Я обнаружил большой интерес к кибернетике и большое понимание ее возможностей у многих, а профессора Холдэйн, Х. Леви и Бернал смотрели на нее совершенно определенно, как на один из самых актуальных вопросов, стоящих перед наукой и научной философией. Однако в деле объединения всей этой области и сближения друг с другом различных линий научно-исследовательской работы я не обнаружил такого продвижения, как у нас, в Штатах.

Во Франции, на конференции по гармоническому анализу в Нанси, был сделан ряд докладов, в которых статистические понятия соединялись с понятиями из техники связи совершенно в духе идей кибернетики. В особенности должны быть упомянуты г-н Блан-Лапьерр и г-н Лоэв. Я обнаружил также, что этой темой весьма интересуются математики, физиологи и физико-химики, особенно в связи с ее термодинамическими аспектами, затрагивающими более общую проблему природы самой жизни. Между прочим, когда венгерский биохимик проф. Сент-Дьёрдьи обсуждал со мной эти вопросы в Бостоне еще до моего отъезда, оказалось, что его взгляды вполне гармонируют с моими.

Еще одно событие во время моего пребывания во Франции заслуживает здесь особого упоминания. Мой коллега проф. Дж. де Саптийяна из Массачусетского технологического института познакомил меня с г-ном Фрейманом из издательской фирмы «Герман и К°», и г-н Фрейман предложил мне издать настоящую книгу. Я был очень рад его предложению, так как г-н Фрейман — мексиканец, а эта книга писалась в Мексике и значительная часть подготовительной научной работы проводилась также в Мексике.

Как уже упоминалось выше, одно из направлений работы, наметившихся на Мейсиевских совещаниях, касалось значения, которое могут иметь понятия и методы теории связи при изучении общественной системы. Нет сомнения, что общественная система является организованным целым, подобно индивидууму; что она скрепляется в целое системой связи; что она обладает динамикой, в которой круговые процессы обратной связи

играют важную роль. Это относится как к общим вопросам антропологии и социологии, так и к более специальным вопросам экономики. В частности, весьма важная работа фон Неймана и Morgenштерна, о которой мы уже говорили, относится к этому кругу идей. На этом основании д-р Грегори Бейтсон и д-р Маргарита Мид убеждали меня ввиду крайне неотложного характера социально-экономических проблем в наш век беспорядка посвятить значительную часть моих сил обсуждению этой стороны кибернетики.

Однако при всей солидарности с их уверенностью, что ситуация не терпит промедления, и при всей надежде, что они и другие компетентные работники займутся проблемами такого рода (эти проблемы обсуждаются в последней главе настоящей книги), я не могу разделить ни их мнения, что мне следует заниматься этими вопросами в первую очередь, ни их надежд, что в этом направлении можно добиться результатов, которые оказали бы ощутимое терапевтическое действие на теперешние болезни общества. Начать с того, что основные величины, действующие на общество, не только являются статистическими, но более того, определяются чрезвычайно короткими статистическими рядами. Что толку объединять данные об экономике сталелитейной промышленности до и после введения бессемеровского процесса или сравнивать статистику производства резины до и после расцвета автомобильной промышленности и культивации гевеи в Малайе? Точно так же нет глубокого смысла собирать статистику венерических заболеваний в одной таблице, охватывающей период до и после введения сальварсана, если только специально не имеется в

виду выяснить эффективность лекарства. Для хорошей статистики общества нужно собирать данные в течение длительного отрезка времени при существенно постоянных условиях, как для хорошего разрешения света нужен объектив с большим отверстием диафрагмы. Эффективное отверстие диафрагмы не возрастает заметно с увеличением ее номинального отверстия, если только объектив не сделан из столь однородного материала, что задержка света при прохождении различных частей объектива соответствует нужным теоретическим значениям с точностью до малой доли длины волны. Подобно этому долговременные статистические ряды, составленные при весьма изменчивых условиях, дают лишь кажущуюся, ложную точность.

Итак, гуманитарные науки — убогое поприще для новых математических методов. Настолько же убогой была бы статистическая механика газа для существа с размерами того же порядка, что и молекула. Флюктуации, которые мы игнорируем с более широкой точки зрения, представляли бы для него как раз наибольший интерес. Более того, при отсутствии надежной стандартной методики расчетов роль суждения эксперта в оценке социологических, антропологических и экономических факторов настолько велика, что новичку, еще не приобретшему огромного опыта, свойственного обычно эксперту, здесь нечего делать. Замечу в скобках, что современный аппарат теории малых выборок, как только он выходит за рамки простого подсчета своих собственных, специально определенных параметров и превращается в метод положительных статистических выводов для новых случаев, уже не внушает мне никакого доверия. Исключение составляет

случай, когда этот аппарат применяется статистиком, который явно знает или хотя бы неявно чувствует основные элементы динамики исследуемой ситуации.

Я говорил только об области, в которой мои надежды на кибернетику являются довольно умеренными ввиду существования ограничений на данные, которые мы хотим получить. Однако имеются две области, где, по моему мнению, можно добиться практических результатов с помощью кибернетических идей, но где для этого еще потребуются дальнейшие исследования. Одна из них — протезирование утраченных или парализованных конечностей. Как мы видели при обсуждении гештальта, идеи техники связи уже применялись Мак-Каллохом к проблеме замены утраченных органов чувств, когда он строил прибор, который бы позволил слепому читать печатный текст на слух. Здесь важно, что прибор Мак-Каллоха берет на себя в совершенно явной форме не только функции глаза, но и некоторые функции зрительной области коры головного мозга. Очевидно, нечто подобное возможно и в случае искусственных конечностей. Потеря части конечности означает не только потерю чисто пассивной опоры, доставляемой потерянной частью как механическим продолжением уцелевшей части, и не только потерю способности сокращения соответствующих мышц. Она означает также потерю всех кожных и кинестетических ощущений, возникавших в потерянной части. Первые две потери протезист в настоящее время пытается заменить. Замена третьей пока что была вне его возможностей. В случае простой деревянной ноги это не имеет значения: брусочек, заменяющий утраченную конечность,

не обладает собственными степенями свободы и кинестетический механизм культи вполне достаточен для регистрации положения и скорости протеза. Иное дело — шарнирный протез с подвижным коленом и лодыжкой, который при ходьбе выбрасывается протезируемым вперед с помощью оставшейся мускулатуры. В этом случае у протезируемого нет достаточных сведений о положении и скорости частей протеза и протезируемый ступает по неровному грунту неуверенно. Снабдить искусственные суставы и подошву искусственной ступни датчиками натяжения или давления, действующими электрически или как-либо иначе (например, через вибраторы) на нетронутые участки кожи, — это вряд ли непреодолимая трудность. Существующие протезы устраняют некоторые ограничения подвижности, вызванные ампутацией, но оставляют атаксию. Применение подходящих рецепторов позволило бы устранить в значительной степени и атаксию, так что протезируемый мог бы выработать, например, такие рефлексы, которыми все мы пользуемся при управлении автомобилем. Это позволило бы ему ходить гораздо увереннее. Все сказанное о ноге можно применить с еще большим основанием к руке. Рисунок человека в разрезе, знакомый всем читателям книг по неврологии, показывает, что сенсорная потеря при удалении одного только большого пальца руки намного больше, чем при удалении ноги даже до тазобедренного сустава.

Эти доводы я пытался изложить соответствующим авторитетам, но до сего времени мало чего добился. Не знаю, высказывались ли подобные идеи кем-либо раньше, как и не знаю, проводилась ли их проверка и не были ли они отвергнуты за техниче-

ской неосуществимостью. Если они еще не получили надлежащего практического рассмотрения, то, по всей видимости, получают таковое в ближайшем будущем.

Перейдем теперь к другому вопросу, заслуживающему, по моему мнению, внимания. Для меня давно сделалось ясно, что современная сверхбыстрая вычислительная машина в принципе является идеальной центральной нервной системой для устройств автоматического управления. Ее входные и выходные сигналы не обязательно должны иметь вид чисел или графиков, а могут быть также показаниями искусственных органов чувств, например фотоэлементов или термометров, и соответственно сигналами для двигателей и соленоидов. Тензометры и другие подобные средства позволяют наблюдать работу таких двигательных органов и, замыкая обратную связь, передавать эти наблюдения в центральную управляющую систему как искусственные кинестетические ощущения. С помощью этих средств мы уже в состоянии построить искусственные машины почти со сколь угодно сложным поведением. Еще задолго до Нагасаки и до того, как общественности стало известно о существовании атомной бомбы, мне пришла мысль, что мы стоим перед лицом другой социальной силы, несущей неслыханные возможности для добра и для зла. Заводы-автоматы, сборочные конвейеры без рабочих появятся так скоро, как только мы решим затратить на них столько же усилий, сколько мы, например, затратили на развитие техники радиолокации во время Второй мировой войны¹.

¹ Fortune. 1945. № 32, October. P. 139—147; November. P. 163—169.

Я сказал, что это новое развитие техники несет неограниченные возможности для добра и для зла. С одной стороны, оно делает метафорическое господство машин, о котором фантазировал Сэмюэл Батлер¹, самой непосредственной и неметафорической проблемой. Оно дает человеческой расе новый, весьма эффективный набор механических рабов для несения ее трудов. Такой механический труд обладает многими экономическими качествами рабского труда, хотя в отличие от последнего он свободен от деморализующего влияния человеческой жестокости. С другой стороны, всякий труд, принимающий условия конкуренции с рабским трудом, принимает и условия рабского труда, а тем самым становится по существу рабским. В этой формуле главное понятие — конкуренция. Быть может, для человечества было бы хорошо, если бы машины избавили его от

¹ Сэмюэл Батлер (1835—1902) — видный английский писатель-сатирик. В его фантастической сатире «Едгин, или За горами» («Erewhon or Over the Range», 1872) рассказывается о путешествии в труднодоступную страну Едгин (анаграмма от «нигде», англ. Erewhon от «nowhere»), где «все наоборот». Едгиняне некогда обладали высокоразвитой техникой, но затем, после «антимашинистской революции», разрушили все машины и навсегда отказались от них. Переворот вызвала «Книга машин» некоего пророка, анализировавшего эволюцию машин и доказавшего неизбежность конечного порабощения ими человека. Повесть Батлера, написанная в яркой свифтовской форме, имела большой успех (на русский язык не переводилась). Продолжением ее является «Новое путешествие в Едгин» («Erewhon Revisited», 1901), где Едгин «европеизируется». — *Примеч. ред.*

необходимости выполнять грязные и неприятные работы. А быть может, это было бы плохо — я не знаю. К этим новым возможностям нельзя подходить с точки зрения рынка, с точки зрения сэкономленных денег. Но как раз лозунг свободного рынка — «пятой свободы» — стал лозунгом того сектора американского общественного мнения, который представлен Национальной ассоциацией промышленников и журналом «Сатердей ивнинг пост». Я говорю об американском общественном мнении потому, что, как американец, знаком с ним лучше всего; но торгаши не знают национальных границ.

Быть может, исторические корни настоящего положения вещей станут яснее, если вспомнить, что первая промышленная революция — революция «темных сатанинских фабрик»¹ — была обесценением человеческих рук вследствие конкуренции машин. Любая заработная плата, на которую мог бы прожить землекоп в Соединенных Штатах, будет слишком высока, чтобы позволить ему конкурировать с экскаватором. Современная промышленная революция должна обесценить человеческий мозг, по крайней мере в его наиболее простых и рутинных функциях. Разумеется, подобно тому, как квалифицированный плотник, квалифицированный механик или квалифицированный портной пережили так или иначе первую промышленную революцию, квалифицированный ученый и квалифицированный администратор могут пережить и вторую. Но представим

¹ Слова известного английского художника и поэта Уильяма Блейка (1757—1827), современника первой промышленной революции (поэма «Иерусалим»). — *Примеч. ред.*

себе, что вторая революция завершена. Тогда средний человек со средними или еще меньшими способностями не сможет предложить для продажи ничего, за что стоило бы платить деньги.

Выход один — построить общество, основанное на человеческих ценностях, отличных от купли-продажи. Для строительства такого общества потребуется большая подготовка и большая борьба, которая при благоприятных обстоятельствах может вестись в идейной плоскости, а в противном случае — кто знает как? Поэтому я счел своим долгом передать мои сведения и мое понимание положения тем, кто активно заинтересован условиями и будущим труда, т. е. профсоюзам. Я принял меры к установлению контактов с одним-двумя лицами из руководства Конгресса производственных профсоюзов. Они выслушали меня с большим пониманием и сочувствием. Более этого ни я, ни они сделать не смогли. По их мнению, как и по моим предыдущим наблюдениям и сведениям, профсоюзы и рабочее движение в Соединенных Штатах и в Англии находятся в руках группы весьма ограниченных лиц, хорошо разбирающихся в специальных вопросах деятельности цеховых старост и борьбы за заработную плату и условия работы, но совершенно не подготовленных для занятия большими политическими, техническими, социологическими и экономическими проблемами, касающимися самого существования труда. Причины ясны. Профсоюзный работник, переходя от напряженной жизни рабочего к напряженной жизни администратора, обычно лишен возможности получить широкое образование. Тех же, кто имеет такое обра-

зование, обычно не привлекает карьера профсоюзного деятеля. В свою очередь, профсоюзы, вполне естественно, не заинтересованы в приеме таких людей.

Те из нас, кто способствовал развитию новой науки — кибернетики, находятся, мягко говоря, не в очень-то утешительном моральном положении. Эта новая наука, которой мы помогли возникнуть, ведет к техническим достижениям, создающим, как я сказал, огромные возможности для добра и для зла. Мы можем передать наши знания только в окружающий нас мир, а это — мир Бельзена и Хиросимы. Мы даже не имеем возможности задержать новые технические достижения. Они носятся в воздухе, и самое большее, чего добился бы кто-либо из нас своим отказом от исследований по кибернетике, был бы переход всего дела в руки самых безответственных и самых корыстных из наших инженеров. Самое лучшее, что мы можем сделать, — это позаботиться о том, чтобы широкая публика понимала общее направление и значение этой работы, и ограничиться в своей собственной деятельности такими далекими от войны и эксплуатации областями, как физиология и психология. Как упоминалось выше, есть и такие, кто надеется, что польза от лучшего понимания человека и общества, которое дает эта новая наука, сможет предупредить и перевесить наше невольное содействие концентрации власти (которая всегда — по самим условиям своего существования — сосредоточивается в руках людей, наиболее неразборчивых в средствах). Но я пишу это в 1947 г. и должен заявить, что надежда на такой исход очень слаба.

Автор желает выразить благодарность г-ну Уолтеру Питтсу, г-ну Оливеру Селфриджу, г-ну Жоржу Дюбе и г-ну Фредерику Уэбстеру за помощь при корректировании рукописи и подготовке материала к изданию.

*Национальный институт кардиологии,
г. Мехико
Ноябрь 1947 г.*

I. НЬЮТОНОВО И БЕРГСОНОВО ВРЕМЯ

Есть маленький гимн или песня, знакомая каждому немецкому ребенку:

Weißt du, wieviel Sternlein stehen
An dem blauen Himmelszelt?
Weißt du, wieviel Wolken gehen
Weithin über alle Welt?
Gott, der Herr, hat sie gezahlet,
Daß ihm auch nicht eines fehlet
An der ganzen, großen Zahl.

В. Гей¹

В переводе это значит: «Знаешь ли ты, сколько звездочек стоит на синем шатре небес? Знаешь ли ты, сколько облаков проходит надо всем миром? Господь Бог их сосчитал, чтобы не пропало у него ничего из всего огромного числа».

¹ Вильгельм Гей (1790—1854) — немецкий баснописец. — *Примеч. ред.*

Эта песенка интересна для философа и для историка науки, ибо в ней сопоставляются две отрасли знания, имеющие то сходство, что в них рассматривается небесный свод, но совершенно различные во всех других отношениях: астрономия, древнейшая наука, и метеорология, одна из самых молодых наук, лишь сейчас начинающая заслуживать название науки. Обычные астрономические явления могут быть предсказаны за много веков, а точное предсказание погоды на завтра, вообще говоря, затруднительно и во многих случаях является очень грубым.

Что касается стихотворения, то на первый вопрос следует ответить, что в определенных границах мы действительно знаем, сколько звезд на небе. Оставляя в стороне мелкие спорные детали, касающиеся некоторых двойных и переменных звезд, можно сказать, что звезда — вполне определенный объект, весьма удобный для счета и каталогизации; и если человеческий перебор¹ звезд, как мы можем назвать эти каталоги, останавливается на звездах не слишком слабой величины, то мысль о том, что некий божественный перебор может пойти в этом направлении значительно дальше, не кажется нам слишком нелепой.

Напротив, если вы попросите метеоролога дать аналогичный перебор облаков, то он рассмеется вам в лицо или, быть может, терпеливо объяснит, что в метеорологии нет понятия облака как определенного объекта, остающегося всегда более или менее тождественным самому себе, и что если бы таковое

¹ Винер пользуется здесь немецким словом *Durchmusterung*. — *Примеч. ред.*

и существовало, то у него, у метеоролога, нет средств сосчитать облака, да, по существу, счет облаков его и не интересует. Метеоролог со склонностью к топологии, пожалуй, мог бы определить облако как связную область пространства, в которой плотность воды, имеющейся в твердом или жидком состоянии, превосходит некоторое значение. Но это определение не имело бы ни для кого ни малейшей ценности и описывало бы в лучшем случае весьма преходящее состояние. Метеоролога интересуют в действительности лишь статистические утверждения, например: «Бостон, 17 января 1950 г., облачность 38%, перисто-кучевые облака».

Правда, есть раздел астрономии, имеющий дело, так сказать, с космической метеорологией — исследованием галактик, туманностей, звездных скоплений и их статистики, чем занимается, например, Чандрасекар. Но это очень молодой раздел астрономии, моложе метеорологии, и он лежит несколько в стороне от основного направления классической астрономии, которая, вне рамок чистой классификации и перебора, первоначально занималась больше Солнечной системой, чем миром неподвижных звезд. Именно астрономия Солнечной системы тесно связана с именами Коперника, Кеплера, Галилея и Ньютона и явилась кормилицей современной физики.

Это действительно идеально простая наука. Даже до появления какой-либо динамической теории еще в Вавилоне понимали, что затмения происходят через правильные, предсказуемые периоды и что можно узнать их наступление в прошлом и в будущем. Люди поняли, что и само время лучше всего измерять перемещением звезд по их путям. Моделью всех событий

в Солнечной системе считалось вращение колеса или ряда колес, как в птолемеевской теории эпициклов или в коперниковской теории орбит; и в любой такой теории будущее в некоторой степени повторяло прошедшее. Музыка сфер — палиндром¹ — и книга астрономии читаются одинаково в прямом и обратном направлениях. Прямое и обратное движения планетария различаются лишь начальными положениями и направлениями перемещения светил. Наконец, когда Ньютон свел все это к формальной системе постулатов и к замкнутой механике, было установлено, что основные законы не изменяются при замене переменной времени t на $-t$.

Таким образом, если снять кинофильм движения планет, ускоренного так, чтобы изменения их положения были заметны, и затем пустить этот фильм в обратном направлении, то картина движения планет была бы все же возможной и согласной с механикой Ньютона. Напротив, если бы мы сняли кинофильм турбулентного движения облаков в области фронта грозы и пустили бы этот фильм в обратном направлении, то получилась бы совершенно неверная картина. Мы увидели бы нисходящие токи там, где должны быть восходящие; размеры турбулентных образований увеличивались бы; молния предшествовала бы тем изменениям строения тучи, за которыми она обычно следует, и т. д. до бесконечности.

В чем же различие природы астрономических и метеорологических явлений, вызывающее все эти

¹ Палиндром (*греч.*) — слово или фраза, сохраняющие свой смысл при чтении в обратном направлении («ком-мок», «рог гор») — *Примеч. ред.*

особенности, и, в частности, то, что в астрономии время столь очевидно обратимо, а в метеорологии оно столь очевидно необратимо? Дело прежде всего в том, что метеорологическая система всегда содержит большое число приблизительно одинаковых частиц, причем некоторые из них очень тесно связаны между собой. Напротив, астрономическая, а именно Солнечная, система содержит лишь сравнительно небольшое число частиц, притом весьма различного размера и связанных между собой настолько слабо, что связи второго порядка не меняют общего характера наблюдаемой нами картины, а связи высших порядков можно совершенно не учитывать. Планеты движутся при условиях, более благоприятных обособлению некоторой ограниченной системы сил, чем условия любого физического опыта, который мы можем поставить в лаборатории. Планеты и даже Солнце по сравнению с расстояниями между ними являются настоящими точками. Упругие и пластические деформации планет настолько малы, что планеты можно считать абсолютно твердыми телами; а если даже это и не так, то во всяком случае внутренние силы планет имеют сравнительно малое значение при рассмотрении относительного движения их центров. Пространство, в котором движутся планеты, почти совершенно свободно от вещества, препятствующего их движению, а при рассмотрении взаимного притяжения планет вполне можно считать, что их массы сосредоточены в центрах и постоянны. Отклонения силы тяготения от закона обратной пропорциональности квадрату расстояния совершенно ничтожны. Положения, скорости и массы тел Солнечной системы в любой момент известны с исключительной точностью, а их будущие и

прошлые положения вычисляются легко и точно — хотя бы в принципе, если и не всегда на практике. Напротив, в метеорологии число рассматриваемых частиц так велико, что точная запись их начальных положений и скоростей совершенно невозможна, а если даже и составить такую запись и вычислить будущие положения и скорости всех частиц, то мы получим лишь необозримое множество цифр, которые нужно было бы коренным образом переосмыслить, прежде чем мы смогли бы их использовать. Термины «облако», «температура», «турбулентность» и т. д. относятся не к отдельному физическому состоянию, а к распределению возможных состояний, из которых реализуется лишь одно. Если собрать все одновременные наблюдения всех метеостанций мира, то эти наблюдения не составят и одной миллиардной доли данных, необходимых для описания мгновенного состояния атмосферы в ньютоновском смысле. Они дадут лишь некоторые константы, совместимые с бесконечным числом различных атмосфер и в лучшем случае способные — при некоторых априорных допущениях — определить в виде распределения вероятностей лишь некоторую меру на множестве возможных атмосфер. При помощи законов Ньютона или любой другой системы причинных законов мы можем предсказать на будущий момент лишь распределение вероятностей для констант метеорологической системы, причем надежность даже и этого предсказания уменьшается с увеличением времени.

Но и в ньютоновой системе, в которой время вполне обратимо, в задачах на вероятность и предсказание получают асимметрические ответы для прошлого и будущего, потому что сами эти задачи

асимметричны. Если я ставлю физический опыт, я перевожу рассматриваемую мной систему из прошлого в настоящее, фиксируя некоторые величины и считая себя вправе предполагать, что некоторые другие величины имеют известные статистические распределения. Затем я наблюдаю статистическое распределение результатов после данного промежутка времени. Этот процесс я не могу обратить. Для этого нужно было бы подобрать благоприятное распределение систем, которые без нашего вмешательства заканчивали бы свои процессы в определенных статистических пределах, и найти, каковы были условия в данный момент прежде. Но событие, при котором система, начавшая свой процесс с неизвестного состояния, заканчивает его в строго определенном статистическом диапазоне, бывает настолько редко, что мы можем считать это чудом. Очевидно, мы не можем основывать наши экспериментальные методы на ожидании и счете чудес. Говоря коротко, наше время направлено и наше отношение к будущему отлично от отношения к прошлому. Все вопросы, которые мы ставим, содержат эту асимметрию, и ответы на них также асимметричны.

Очень интересный астрономический вопрос относительно направления времени возникает в связи с астрофизическим временем. Ведь в астрофизике, при однократном наблюдении отдаленных небесных тел, опыт по своей сущности как будто не является однонаправленным. Почему же однонаправленная термодинамика, основанная на экспериментальных земных наблюдениях, оказывается столь полезной в астрофизике? Ответ на этот вопрос довольно интересный и не такой простой. Мы наблюдаем звезды

через посредство лучей или частиц света, исходящих от наблюдаемого объекта и воспринимаемых нами. Мы можем воспринимать приходящий свет, но не можем воспринимать уходящий свет. По крайней мере, восприятия уходящего света нельзя добиться таким же простым и непосредственным экспериментом, как восприятия приходящего света. Мы воспринимаем приходящий свет при помощи глаза или фотографической пластинки. Мы подготавливаем их для восприятия образов, изолируя их от прошлого в течение некоторого времени: мы смотрим предварительно в темноту, чтобы устранить следы предшествующих образов, и заворачиваем пластинки в черную бумагу во избежание засвечивания. Очевидно, только такие глаза и такие пластинки могут быть пригодны; сохранять предыдущие образы — все равно что быть слепым, и если бы нам нужно было заворачивать пластинки в черную бумагу после их применения и проявлять их до применения, то фотография была бы очень трудным делом. Поэтому мы можем видеть звезды, испускающие свет для нас и для всей Вселенной, а если существуют звезды, развивающиеся в обратном направлении, они будут притягивать излучения от всех небесных светил. Но притяжение света, даже исходящего от нас, никак нельзя будет заметить, потому что мы знаем свое прошлое, но не будущее. Итак, видимая нами часть Вселенной должна иметь соотношения между прошлым и будущим, согласные с существующими на Земле, поскольку дело касается светового излучения. Сам факт, что мы видим звезду, означает, что ее термодинамика подобна нашей термодинамике.

Очень интересный мысленный опыт — вообразить разумное существо, время которого течет в обратном направлении по отношению к нашему времени. Для такого существа никакая связь с нами не была бы возможна. Сигнал, который оно послало бы нам, дошел бы к нам в логическом потоке следствий — с его точки зрения, и причин — с нашей точки зрения. Эти причины уже содержались в нашем опыте и служили бы нам естественным объяснением его сигнала без предположения о том, что разумное существо послало сигнал. Если бы оно нарисовало нам квадрат, остатки квадрата представились бы нам предвестниками последнего, и квадрат казался бы нам любопытной кристаллизацией этих остатков, всегда вполне объяснимой. Его значение казалось бы нам столь же случайным, как те лица, которые представляются нам при созерцании гор и утесов. Рисование квадрата показалось бы нам катастрофической гибелью квадрата — внезапной, но объяснимой естественными законами. У этого существа были бы такие же представления о нас. Мы можем общаться только с мирами, имеющими такое же направление времени.

Вернемся к различию между ньютоновой астрономией и метеорологией. Большинство наук занимает промежуточное положение между ними, но ближе к метеорологии, чем к астрономии. Да и астрономия, как мы видели, включает в себя космическую метеорологию. Она включает также чрезвычайно интересную область, которую изучал сэр Джордж Дарвин, известную под наименованием теории приливной эволюции. Мы сказали, что можно рассматривать относительные движения Солнца и планет как движения твердых тел, но это не совсем

так. Земля, например, большей частью покрыта океанами. Вода, расположенная ближе к Луне, чем центр Земли, притягивается Луной сильнее, чем твердая часть Земли, а вода, расположенная на другой стороне, — слабее. Вследствие этого, сравнительно небольшого воздействия вода образует два возвышения: одно — под Луной, другое — в противоположном пункте. На совершенно жидкой сфере эти возвышения следовали бы за движением Луны вокруг сферы, не рассеивая значительной энергии, и поэтому оставались бы все время почти точно под Луной и в противоположном пункте. Вследствие этого они задерживали бы Луну лишь весьма незначительно и не оказывали бы большого влияния на ее угловое положение на небосводе. Но приливная волна, образуемая ими на Земле, задерживается на берегах и в мелких морях, таких, например, как Берингово море и Ирландское море. Поэтому приливная волна отстает от Луны, причем силы, вызывающие отставание, в основном суть турбулентные, диссипативные силы, весьма сходные с силами, наблюдаемыми в метеорологии, и они требуют статистического подхода. По существу океанографию можно назвать метеорологией — но не атмосферы, а гидросферы.

Эти силы трения задерживают Луну в ее движении вокруг Земли и ускоряют вращение Земли. Они стремятся приблизить друг к другу продолжительности месяца и дня. Действительно, день Луны — месяц, и Луна всегда повернута к Земле почти одной и той же стороной. Высказывалось предположение, что это произошло вследствие давней приливной эволюции, когда на Луне имелась или жидкость, или газ, или пластическое вещество, которые

подвергались притяжению Земли и при этом рассеивали большое количество энергии. Явление приливной эволюции не ограничивается Луной и Землей, его можно наблюдать в некоторой степени во всех гравитационных системах. В прошедшие эпохи приливы значительно изменили облик Солнечной системы, хотя за время, сравнимое с историческим периодом, это изменение было незначительным по сравнению с движением планет Солнечной системы как твердых тел.

Итак, даже гравитационная астрономия связана с задерживающими процессами трения. Нет ни одной науки, которая полностью подчинялась бы концепции Ньютона. В биологических науках, бесспорно, односторонние явления господствуют. Рождение не есть процесс, в точности противоположный смерти. Анаболизм — образование тканей — не является точной противоположностью катаболизму — их разрушению. Деление клеток, так же как соединение зародышевых клеток при оплодотворении яйца, происходит по схеме, которая не симметрична во времени. Индивидуум — стрела, устремленная во времени в одном направлении, и раса точно так же направлена из прошлого в будущее. Палеонтологическая летопись указывает для большого промежутка времени на определенную тенденцию развития, часто прерываемую и запутанную, но идущую от простого к сложному. К середине прошлого столетия эта тенденция стала очевидной для всех честных, непредубежденных ученых, и не случайно задача открытия ее механизма была решена благодаря одной и той же великой догадке почти одновременно двух ученых: Чарлза Дарвина и Альфреда Уоллеса. Эта догадка состояла в том, что простое случайное изменение осо-

бей вида может вылиться в развитие, идущее более или менее по одной или немногим направлениям для каждой линии, благодаря различным степеням жизнеспособности разных изменений с точки зрения особи или вида. Собака, вследствие мутации оказавшаяся без ног, конечно, погибнет, а длинная, тонкая ящерица, развившая у себя механизм ползания на ребрах, может выжить, если ее тело гладко и не имеет выступающих членов. Водное животное — рыба, ящерица или млекопитающее — будет плавать лучше при веретенообразной форме тела и наличии сильных мышц и захватывающего воду заднего придатка. Если оно добывает пищу погоней за быстрыми животными, то шансы его выживания, возможно, будут определяться тем, что его тело получит такое строение.

Дарвиновская эволюция, таким образом, представляет собой некоторый механизм, при помощи которого более или менее случайные изменения комбинируются в весьма определенную структуру. Принцип Дарвина остается справедливым и в настоящее время, хотя мы знаем гораздо лучше механизм, лежащий в его основе. Работа Менделя дала нам значительно более точное и последовательное представление о наследственности, чем то, которое было у Дарвина, а идея мутации со времени Де Фриза совершенно изменила наше понимание статистической основы мутации. Мы изучили тонкую анатомию хромосомы и локализовали в ней ген. Список современных генетиков большой и включает выдающихся ученых. Некоторые из них, например Холдэйн, сделали статистические законы менделизма эффективным орудием исследования эволюции.

Мы уже говорили о теории приливной эволюции сэра Джорджа Дарвина, сына Чарлза Дарвина. Связь идей сына с идеями отца, как и выбор названия «эволюция», не случайны. В приливной эволюции, как и в происхождении видов, мы встречаемся с механизмом, который преобразует динамическим путем случайные изменения, а именно случайные движения волн и молекул воды при приливе, в однонаправленное развитие. Теория приливной эволюции есть не что иное, как теория Дарвина-старшего в применении к астрономии.

Третий представитель династии Дарвинов, сэр Чарлз, является одним из авторитетов в современной квантовой механике. Этот факт может показаться случайным, но тем не менее он означает дальнейшее вторжение статистических принципов и в ньютонову механику. Последовательность имен Максвелл — Больцман — Гиббс характеризует все большее сведение термодинамики к статистической механике, т. е. сведение явлений, связанных с теплотой и температурой, к явлениям, при рассмотрении которых ньютонова механика применяется не к одиночной динамической системе, а к статистическому распределению динамических систем, и выводы относятся не ко всем таким системам, но к их подавляющему большинству. К 1900 г. стало очевидно, что в термодинамике имеются серьезные упущения, в частности, когда речь шла об излучении. Закон Планка показал, что эфир поглощает излучения высокой частоты в значительно меньшей степени, чем это допускалось всеми существовавшими тогда механическими теориями излучения. Планк предложил квазиатомистическую теорию излучения — квантовую теорию, которая достаточно

удовлетворительно объясняла эти явления, но расходилась со всей остальной физикой. После этого Нильс Бор предложил теорию атома, также построенную *ad hoc*. Таким образом, Ньютон и Планк — Бор составили соответственно тезис и антитезис гегелевой антиномии. Синтезом является статистическая теория, открытая Гейзенбергом в 1925 г., в которой статистическая ньютонова динамика Гиббса заменена статистической теорией, весьма близкой к теории Ньютона и Гиббса для макроскопических явлений, но в которой полное собрание данных для прошлого и настоящего позволяет предсказать будущее лишь статистически. Поэтому не будет слишком смелым сказать, что не только ньютонова астрономия, но и ньютонова физика стала ареной усредненных результатов статистической ситуации и, следовательно, рассказом об эволюционном процессе.

Этот переход от ньютонова обратимого времени к гиббсову необратимому получил философские отклики. Бергсон подчеркнул различие между обратимым временем физики, в котором не случается ничего нового, и необратимым временем эволюции и биологии, в котором всегда имеется что-нибудь новое. Догадка, что ньютонова физика не составляла подходящей основы для биологии, была, пожалуй, главным вопросом в старом споре между витализмом и механицизмом, хотя этот спор осложнялся еще желанием сохранить в той или иной форме хотя бы тени души и бога от атак материализма. В конце концов, как мы видели, витализм доказал слишком много. Вместо сооружения стены между требованиями жизни и требованиями физики была воздвигнута стена, заключающая столь обширную террито-

рию, что и материя, и жизнь оказались внутри нее. Истина в том, что материя новейшей физики не есть материя Ньютона. Но она также очень далека от антропоморфических представлений виталистов. Случайность в квантовой теории — не то, что нравственная свобода у Блаженного Августина, и Тихе — столь же неумолимая владычица, как Ананке.

Идеи каждой эпохи отражаются в ее технике. Инженерами древности были землемеры, астрономы и мореплаватели; инженерами XVII и начала XVIII столетия — часовщики и шлифовальщики линз. Как и в древности, ремесленники создавали свои инструменты по образу небесных светил. Ведь часы не что иное, как карманный планетарий, движущийся в силу необходимости, подобно небесным сферам, а если в часах играет некоторую роль трение и рассеяние энергии, то это явление нужно устранить, чтобы движение стрелок было по возможности периодическим и правильным. Основным практическим результатом этой техники, основанной на идеях Гюйгенса и Ньютона, была эпоха мореплавания, когда впервые стало возможно вычислять долготы с приемлемой точностью, и торговля с заокеанскими странами, бывшая чем-то случайным и рискованным, превратилась в правильно поставленное предприятие. Это была техника коммерсантов.

Купца сменил фабрикант, а место хронометра заняла паровая машина. От машины Ньюкомена почти до настоящего времени основной областью техники было исследование первичных двигателей. Тепло было превращено в полезную энергию вращения и поступательного движения, а физика Ньютона была дополнена физикой Румфорда, Карно и Джоуля. Появилась термодинамика — наука, в ко-

торой время, по существу, необратимо; и хотя на первых шагах эта наука, по-видимому, представляла собой область мышления, почти не имевшую точек соприкосновения с ньютоновой динамикой, однако теория сохранения энергии и последующее статистическое истолкование принципа Карно, или второго закона термодинамики, или принципа вырождения энергии, — этого принципа, на основании которого максимальный коэффициент полезного действия, достижимый для паровой машины, зависит от рабочих температур котла и конденсатора, — все эти открытия привели к слиянию термодинамики и ньютоновой динамики в одну науку, взятую соответственно в ее статистическом и нестатистическом аспектах.

Если XVII столетие и начало XVIII столетия — век часов, а конец XVIII и все XIX столетие — век паровых машин, то настоящее время есть век связи и управления. В электротехнике существует разделение на области, называемые в Германии техникой сильных токов и техникой слабых токов, а в США и Англии — энергетикой и техникой связи. Это и есть та граница, которая отделяет прошедший век от того, в котором мы сейчас живем. В действительности техника связи может иметь дело с токами любой силы и с двигателями большой мощности, способными вращать орудийные башни; от энергетики ее отличает то, что ее в основном интересует не экономия энергии, а точное воспроизведение сигнала. Этим сигналом может быть удар ключа, воспроизводимый ударом приемного механизма в телеграфном аппарате на другом конце линии, или звук, передаваемый и принимаемый через телефонный аппарат, или поворот штурвала, принимаемый в виде углово-

го положения руля. Техника связи началась с Гаусса, Уитстона и первых телеграфистов. Она получила первую достаточно научную трактовку у лорда Кельвина, после повреждения первого трансатлантического кабеля в середине прошлого столетия. С 80-х годов, по-видимому, больше всего сделал для приведения ее в современный вид Хевисайд. Изобретение и использование радиолокации во Второй мировой войне наряду с требованиями управления зенитным артиллерийским огнем привлекло в эту область большое число квалифицированных математиков и физиков. Чудеса автоматической вычислительной машины принадлежат к тому же кругу идей — идей, которые, бесспорно, никогда еще не разрабатывались так интересно, как сейчас.

На всех ступенях развития техники со времени Дедала и Герона Александрийского людей интересовала возможность создания машин, подражающих живому организму. Это стремление к созданию и изучению автоматов всегда выражалось на языке существовавшей в данное время техники. В дни магии мы встречаем причудливое и зловещее представление о Големе — глиняной фигуре, в которую раввин из Праги вдохнул жизнь кощунством против Неизрекаемого Имени Божия¹. Во времена Ньюто-

¹ По преданию, главный раввин Праги, известный талмудист Лива (или Леве) бен-Бецалель (1525—1609) сделал глиняного слугу — Голема — и оживил его кощунственным употреблением священнейшего имени бога, произношение которого у евреев было строжайше запрещено. По библейскому повествованию, под этим именем Бог открылся Моисею, когда давал ему законы для Израиля. В Ветхом Завете оно обозначено четырьмя буквами JHWH и читалось позже как «Иегова»

на автомат принимает вид часового музыкального ящика с фигурками на крышке, совершающими чопорные пируэты. В XIX столетии автомат — это прославленный тепловой двигатель, сжигающий горючее подобно тому, как человеческие мышцы сжигают гликоген. Наконец, современный автомат открывает двери при помощи фотоэлементов или направляет пушки на то место, где луч радиолокатора обнаруживает самолет, или решает дифференциальное уравнение.

И автомат древних греков, и магический автомат лежат в стороне от основных линий развития современных машин и, по-видимому, не оказали большого влияния на серьезную философскую мысль. Совсем иначе обстоит дело с часовым автоматом. Эта идея действительно сыграла важную роль в ранней истории новой философии, хотя мы склонны ее игнорировать.

Начать с того, что Декарт считает низших животных автоматами, дабы не подвергать сомнению ортодоксальное христианское положение о том, что животные не имеют души, которая может быть спасена или осуждена. Вопрос о том, как действуют эти живые автоматы, Декарт, насколько мне известно, нигде не обсуждает. Но важный родственник

(Jehowah), подлинное же древнее произношение, как предполагают, было «Ягве» (Jahweh); в силу запрета его обычно заменяли словом «господь», как оно и переведено в русской Библии. Древнееврейское слово «голем» (golem) означает «нечто бесформенное, зачаточное» и в переносном смысле — «манекен, подобие человека». Легенда о Големе сложилась, по-видимому, в пражском гетто и была использована в ряде романов и фильмов. — *Примеч. ред.*

вопрос о способе соединения человеческой души в сфере ощущений и воли с ее материальным окружением Декарт рассматривает, хотя и весьма неудовлетворительным образом. Он считает местом этого соединения одну известную ему среднюю часть мозга — шишковидную железу. Характер соединения — является ли оно непосредственным действием духа на материю и материи на дух — ему не особенно ясен. Вероятно, он рассматривает это соединение как непосредственное действие в том и другом направлении, но он считает, что истинность человеческого опыта по отношению ко внешнему миру обусловлена благостью и справедливостью бога.

Роль, приписываемая в этом смысле богу, неясна. Либо бог полностью пассивен, и тогда объяснение Декарта ничего в действительности не объясняет, либо он активный участник, тогда гарантия, основанная на его справедливости, может состоять лишь в активном участии бога в акте ощущения. Таким образом, параллельно причинной цепи материальных явлений проходит причинная цепь, начинающаяся с акта, совершаемого богом, которым он производит в нас восприятия, соответствующие данному материальному состоянию. После такого допущения вполне естественно приписать подобному же божественному вмешательству соответствие между нашей волей и действиями, которые она, кажется нам, производит во внешнем мире. По этому пути пошли окказионалисты — Гейлинкс и Мальбранш. У Спинозы, который во многих отношениях является продолжателем этой школы, доктрина окказионализма принимает более разумную форму, в виде утверждения, что соответствие между духом и

материей есть соответствие двух атрибутов, содержащихся в самом боге. Но Спиноза лишен динамического склада мышления и обращает мало внимания на механизм этого соответствия.

Из этого положения исходит Лейбниц, но мышление Лейбница динамично, в отличие от геометрического мышления Спинозы. Он заменяет пару соответствующих друг другу элементов — дух и материю — континуумом соответствующих друг другу элементов — монадами. Хотя они созданы по образу души, во многих случаях они не поднимаются до степени самосознания совершенных душ и образуют часть того мира, который Декарт считал материей. Каждая из них живет в своем замкнутом мире, в котором имеет место совершенная причинная цепь от сотворения или от минус бесконечности во времени до неограниченно отдаленного будущего, но хотя они и замкнуты, они соответствуют друг другу благодаря предустановленной гармонии бога. Лейбниц сравнивает их с часами, которые были заведены так, что с сотворения они будут идти в такт в течение всей вечности. В отличие от часов, сделанных людьми, они не впадают в асинхронизм. Но это обусловлено чудесным и совершенным мастерством творца.

Итак, Лейбниц рассматривает мир автоматов, который, как и полагается ученику Гюйгенса, он строит по образцу часового механизма. Хотя монады и отображают одна другую, это отображение не есть перенос причинной связи от одной монады к другой. По существу, они столь же самодовлеющие или даже более самодовлеющие, чем пассивно танцующие фигурки на крышке музыкального ящика. Они не оказывают реального влияния на внеш-

ний мир и, по существу, не испытывают его влияния. Как говорит Лейбниц, монады «не имеют окон». Наблюдаемая нами организация мира представляет собой нечто среднее между вымыслом и чудом. Монада — это ньютонова Солнечная система в миниатюре.

В XIX в. автоматы, построенные человеком, и другие, естественные автоматы — животные и растения в представлении материалистов — изучаются в совершенно другом разрезе. Руководящие принципы этого века — сохранение и вырождение энергии. Живой организм — это прежде всего тепловой двигатель, сжигающий глюкозу, гликоген или крахмал, жиры и белки, которые превращаются в двуокись углерода, воду и мочевину. Внимание сосредоточено на метаболическом балансе, и если обращали внимание на низкие рабочие температуры мышц животного в противоположность высоким рабочим температурам теплового двигателя с таким же коэффициентом полезного действия, то от этого факта отмахивались и объясняли его тем, что в живом организме действует химическая энергия, а в машине — тепловая энергия. Все основные понятия приводились в связь с энергией, и основным из них было понятие потенциала. Изучение механизма тела представляло собой ветвь энергетики. Такова до настоящего времени господствующая точка зрения классически мыслящих, консервативных физиологов. Общее направление мыслей таких биофизиков, как Рашевский и представители его школы, свидетельствует о живучести этих взглядов.

В настоящее время мы начинаем понимать, что тело — далеко не консервативная система и что его составные части действуют в окружении, имеющем

не такую ограниченную мощность, как это считалось. Электронная лампа показала нам, что система с внешним источником энергии, которая почти вся тратится впустую, может быть очень эффективным средством выполнения нужных операций, особенно если она работает на низком энергетическом уровне. Мы начинаем понимать, что такие важные элементы, как нейроны — атомы нервной системы нашего тела, — совершают свою работу примерно при таких же условиях, как электронные лампы, получая свою сравнительно небольшую энергию извне от кровообращения, и что энергия не является основным фактором при учете их работы. Короче говоря, в наше время исследование автоматов — из металла или из плоти — представляет собой отрасль техники связи, и фундаментальными понятиями являются понятия сообщения, количества помех, или «шума» (термин, перенятый у инженера-телефониста), количества информации, методов кодирования и т. д.

При таком исследовании мы рассматриваем автоматы, эффективно связанные с внешним миром не только потоком энергии или метаболизмом, но также потоком впечатлений — приходящих сообщений — и действий — исходящих сообщений. Органы, воспринимающие впечатления, эквивалентны органам чувств человека и животных. Таковы фотоэлектрические элементы и другие световые приемники; радиолокационные системы, принимающие свои собственные короткие электромагнитные волны; приборы для регистрации потенциала водородных ионов, подобные органам осязания; термометры, манометры, различного рода микрофоны и т. д. Исполнительными органами могут быть электриче-

ские двигатели, соленоиды, нагревательные катушки и другие самые разнообразные приборы. Между воспринимающими, или чувствительными, органами и исполнительными органами находится промежуточная группа элементов. Их функция — объединять приходящие впечатления таким образом, чтобы вызвать желательную реакцию в исполнительных органах. Это — центральная система управления. Информация, поступающая в эту центральную управляющую систему, очень часто содержит информацию о работе самих исполнительных органов. Дающие эту информацию элементы соответствуют, между прочим, кинестетическим органам и другим проприоцепторам нервной системы человека, ибо человек также имеет органы, регистрирующие положение сустава или степень сокращения мышцы и т. д. Кроме того, информация, принимаемая автоматом, не обязательно должна использоваться немедленно, но может быть задержана или запасена, чтобы ее можно было использовать когда-нибудь в будущем. Это свойство аналогично памяти. Наконец, пока автомат работает, правила его действия могут изменяться на основании данных, прошедших раньше через его воспринимающие органы. Это напоминает процесс обучения.

Машины, о которых мы сейчас говорим, — отнюдь не мечта сенсуалиста и не предположение об отдаленном будущем. Они уже существуют в виде термостатов, автоматических гирокомпасных систем управления кораблем, самолетов-снарядов, особенно самонаводящихся, систем управления артиллерийским зенитным огнем, автоматических крекингowych установок, сверхбыстрых вычислительных машин и т. п. Такие машины стали применяться за-

долго до войны — по существу регулятор старинной паровой машины также относится к ним, — но широкая механизация во время Второй мировой войны привела к их полному развитию, а необходимость управления необыкновенно разрушительной энергией атома вызовет, вероятно, еще большее их усовершенствование. Почти каждый месяц появляется новая книга об этих так называемых следящих системах, или сервомеханизмах. Наше столетие является в такой же мере веком следящих систем, как XIX столетие было веком паровой машины, а XVIII столетие — веком часов.

Итак, многие нынешние автоматы имеют связь с внешним миром, выражающуюся как в восприятии впечатлений, так и в выполнении действий. Они содержат органы чувств, исполнительные органы и какой-то эквивалент нервной системы, объединяющий передачу информации от первых ко вторым. Их вполне можно описывать при помощи физиологических терминов. Неудивительно, что автоматы и физиологические системы можно охватить одной теорией.

Отношение этих механизмов ко времени требует тщательного изучения. Понятно, что зависимость между входом и выходом является последовательной во времени и предполагает определенный порядок перехода от прошлого к будущему. Но, пожалуй, не столь очевидно, что теория чувствующих автоматов является статистической. Нас вряд ли может интересовать работа устройства связи с одним-единственным входным сигналом. Чтобы соответствовать своему назначению, такое устройство должно работать удовлетворительно для целого класса входных сигналов, прием которых

статистически возможен. Поэтому его нужно изучать на основе статистической механики Гиббса, а не классической механики Ньютона. Мы рассмотрим этот вопрос подробнее в главе, посвященной теории связи.

Итак, современный автомат существует в таком же бергсоновом времени, как и живой организм. Поэтому соображения Бергсона о том, что деятельность живого организма по существу отлична от деятельности автомата этого типа, необоснованы. Витализм выиграл спор до такой степени, что даже механизмы оказались соответствующими виталистической структуре времени, но, как было сказано выше, эта победа равносильна полному поражению, ибо со всех точек зрения, имеющих какое-либо отношение к нравственности и религии, новая механика столь же механистична, как и старая. Назвать ли новую точку зрения материалистической — это в общем спор о словах. Господство материи характеризует определенную стадию физики XIX века в гораздо большей степени, чем современность. Сейчас «материализм» — это лишь что-то вроде вольного синонима «механицизма». По существу весь спор между механицистами и виталистами можно отложить в архив плохо сформулированных вопросов.

VII. КИБЕРНЕТИКА И ПСИХОПАТОЛОГИЯ

Начиная эту главу, я должен сделать оговорку. С одной стороны, я не психопатолог и не психиатр и имею мало опыта в этой области, где опыт — единственный верный руководитель. С другой стороны, наши знания о нормальной работе мозга и нервной

системы и тем более наши знания об отклонениях от нормы далеко еще не достигли такого совершенства, чтобы можно было полагаться на ту или иную априорную теорию. Поэтому я заранее отказываюсь от утверждений, что какие-либо конкретные психопатологические явления, например болезненные состояния, описанные Крепелином и его последователями, вызываются дефектами определенного рода в организации мозга как вычислительной машины. Те, кто пожелает сделать подобные выводы из изложенного здесь, будут действовать паевой страх и риск.

Однако понимание того, что мозг и вычислительная машина имеют много общего, может привести к новым ценным методам в психопатологии и даже в психиатрии. Эти сопоставления начинаются уже с самого, быть может, простого вопроса: каким образом мозг избегает грубых ошибок и неверно направленных действий при неисправности отдельных своих компонентов? Подобные вопросы в случае вычислительной машины имеют большое практическое значение, потому что здесь цепочка операций, занимающих каждая лишь долю миллисекунды, может длиться часы и дни. Цепочка вычислительных операций вполне может содержать 10^9 отдельных шагов. В этих условиях нельзя пренебрегать вероятностью того, что по меньшей мере одна операция будет идти неправильно, хотя надежность современной электронной аппаратуры далеко превзошла самые смелые ожидания.

В обычных вычислениях, проводимых вручную или при помощи арифмометров, принято проверять каждый шаг, и когда обнаруживается ошибка, она локализуется обратным процессом, начинаемым

с точки, где она замечена. Для того чтобы быстродействующей машине работать аналогичным образом, необходимо, чтобы проверка шла с такой же скоростью, как и само вычисление; в противном случае эффективная скорость машины снижается более медленным процессом проверки. К тому же если заставить машину сохранять все промежуточные результаты вычислений, то ее сложность и размер возрастут недопустимо — вероятно, значительно больше, чем в два или три раза.

Гораздо лучший способ проверки, который обычно и применяется на практике, состоит в том, чтобы поручать проверку каждой операции одновременно двум или трем отдельным механизмам. В случае применения двух таких механизмов выдаваемые ими результаты автоматически сопоставляются между собой, и если есть расхождение, то все данные передаются долговременной памяти, машина останавливается и оператор получает сигнал, что что-то не в порядке. Тогда оператор сравнивает результаты и, руководствуясь ими, находит неисправный элемент, например перегоревшую лампу, требующую замены. Если для каждого шага применяются три отдельных механизма, то, поскольку вероятность неисправности каждого отдельного механизма очень мала, практически всегда будет согласие между двумя из трех механизмов, которые и дадут искомый результат. В этом случае сопоставляющее устройство выдает в качестве правильного результат большинства, так что машину можно не останавливать; но вместе с тем дается сигнал, указывающий, где и каким образом результат меньшинства отличается от результата большинства. Если это произойдет в самом начале расхождения,

то местоположение ошибки может быть указано очень точно. В хорошо спроектированной машине элементы не закрепляются за определенными шагами последовательности операций, а на каждом шаге производится поиск, подобно тому как на автоматических телефонных станциях, и находится первый свободный элемент данного вида, который и включается в последовательность операций, тогда устранение и замена неисправных элементов не вызывают большой задержки.

Позволительно предположить, что по меньшей мере два элемента этого процесса представлены также в нервной системе. Вряд ли можно думать, что передача важного сообщения поручается одному нейронному механизму. Подобно вычислительной машине, мозг, по всей вероятности, действует согласно одному из вариантов знаменитого принципа, изложенного Льюисом Кэрроллом в «Охоте на снарка»: «Что три раза скажу, тому верь». Невероятно также, чтобы различные каналы, передающие информацию, проходили от одного своего конца до другого без всяких перекрестов. Гораздо вероятнее, что, когда сообщение достигает определенного уровня нервной системы, оно может оставить эту точку и направиться к следующей по одному или нескольким альтернативным членам так называемого «промежуточного комплекса»¹. В некоторых частях нервной системы эта взаимозаменяемость может быть сильно ограничена или даже совершенно отсутствовать, и к ним, по-видимому, принадлежат та-

¹ Промежуточный комплекс (internuncial pool) — группа взаимодействующих промежуточных (вставочных) нейронов. — *Примеч. ред.*

кие высокоспециализированные участки коры головного мозга, как те, что служат внутренним продолжением органов чувств. Тем не менее принцип сохраняет силу и, вероятно, более всего в сравнительно неспециализированных областях коры, служащих для ассоциации и так называемых высших видов умственной деятельности.

До сих пор мы разбирали ошибки в работе мозга, которые являются нормальными и которые можно считать патологическими лишь в самом широком смысле слова. Обратимся теперь к ошибкам, носящим более очевидный патологический характер. Психопатология принесла разочарование инстинктивному материализму врачей, принимавших ту точку зрения, что всякое расстройство должно сопровождаться материальными повреждениями соответствующей ткани. Правда, такие специфические повреждения мозга, как травмы, опухоли, тромбозы, и т. п., могут сопровождаться психическими симптомами, и некоторые психические болезни, как парез, представляют собой последствия общего соматического заболевания и связаны с патологическим состоянием мозговой ткани; но не существует способа опознания мозга шизофреника, принадлежащего строго к одному из типов, описанных Крепелином, или мозга больного маниакально-депрессивным психозом, или мозга параноика. Такие расстройства называются функциональными. Различие между функциональными и органическими расстройствами, по-видимому, противоречит догмату современного материализма, что всякое нарушение функции имеет какую-то физиологическую или анатомическую основу в соответствующих тканях.

Это различие между функциональными и органическими расстройствами находит себе в значительной мере объяснение в теории вычислительных машин. Как мы уже видели, мозгу, по крайней мере мозгу взрослого, соответствует не голая физическая структура вычислительной машины, но сочетание этой структуры с инструкциями, заданными в начале цепи операций, и со всей дополнительной информацией, запасаемой и приобретаемой извне во время выполнения этой цепи. Указанная информация хранится в какой-то физической форме — в форме памяти, но часть — в форме циркулирующих записей памяти, физическая основа которых исчезает, когда машина выключается или мозг умирает, а часть — в форме долговременных следов, сохраняемых способом, о котором можно только строить догадки, но, вероятно, также с физической основой, исчезающей после смерти. Мы еще не умеем распознавать по трупам, каким был порог данного синапса при жизни; и если бы даже умели, то у нас нет никакой возможности проследить цепь нейронов и синапсов, связанных с данным синапсом, и определить, какое мысленное содержание было записано в этой цепи.

Стало быть, нет ничего странного в том, чтобы рассматривать функциональные психические расстройства по существу как болезни памяти: циркулирующей информации, сохраняемой мозгом в активном состоянии, и долговременной проницаемости синапсов. Даже при более серьезных расстройствах, таких как парез, большинство симптомов может быть вызвано не столько разрушением ткани и изменением синаптических порогов, сколько вторичными нарушениями связи, сопровождающими

первичные повреждения: перегрузкой остающейся части нервной системы и посылкой сигналов по другим путям.

В системе, состоящей из большого числа нейронов, круговые процессы вряд ли могут быть устойчивыми в течение длительных промежутков времени. Либо они, как в случае памяти «кажущегося настоящего», заканчивают свое течение, рассеиваются и угасают, либо они вовлекают в свою систему все больше и больше нейронов, пока не захватят чрезмерную долю всего нейронного материала. Это, по-видимому, и происходит в случае навязчивой тревоги, сопровождающей невроты страха. В этом случае, возможно, у больного просто нет места, нет достаточного запаса нейронов для выполнения нормальных процессов мышления. При таких условиях деятельность мозга ослабевает, вследствие чего уменьшается загрузка еще не затронутых нейронов, и они тем скорее вовлекаются в этот распространяющийся процесс. Затем эти явления все глубже и глубже захватывают постоянную память, и патологический процесс, начавшийся на уровне циркулирующих записей, может повториться в более тяжелой форме на уровне постоянных записей. Так относительно тривиальное и случайное отклонение от устойчивого состояния способно вырасти в процесс, совершенно нарушающий нормальную психическую деятельность.

Патологические процессы относительно сходной природы известны и для вычислительных машин, механических и электрических. Зуб шестерни может соскользнуть таким образом, что сцепляющиеся с ним зубья не смогут переместить его вновь в нормальное положение, или быстродействующая

электрическая вычислительная машина начнет повторять без конца один и тот же цикл операций. Эти случайности могут зависеть от какой-нибудь маловероятной мгновенной конфигурации системы и, будучи устранены, наверное, никогда не повторятся или повторятся очень нескоро. Тем не менее они на время выводят машину из строя.

Как мы поступаем в таких случаях с машиной? Прежде всего пробуем очистить ее от всей информации в расчете на то, что, когда она начнет работать с другими данными, нарушение не повторится. Если это не помогает и неисправность скрыта в таком месте, которое вообще или временно недоступно для очищающего механизма, мы встряхиваем машину или, если она электрическая, подаем на нее ненормально большой электрический импульс, надеясь в результате добраться до недоступной части и перебросить ее в такое состояние, при котором неправильная работа прекратится. Если и это не помогло, то мы можем отсоединить неправильно работающую часть, так как не исключено, что оставшаяся часть будет достаточна для наших целей.

Но, кроме смерти, нет ни одного нормального процесса, который бы полностью очищал мозг от всех прошлых впечатлений, а после смерти мозг нельзя заставить действовать снова. Из всех нормальных процессов всего ближе к непатологическому очищению сон. Как часто бывает, что наилучший способ избавиться от тяжелого беспокойства или умственной путаницы — это «переспать» их! Однако сон не очищает памяти от более глубоких воспоминаний, да сильная тревога и не даст заснуть по-настоящему. Поэтому мы часто бываем вынуждены прибегать к более сильным вмешательствам в рабо-

ту памяти. Сильнейшее из них — хирургическое воздействие на мозг, после которого остается постоянное повреждение, увечье и ограничение способностей пострадавшего, поскольку центральная нервная система млекопитающих, по всей вероятности, совсем не обладает способностью регенерации. Основное хирургическое вмешательство, практиковавшееся до сих пор, — это префронтальная лоботомия, т. е. удаление или изоляция части лобной доли коры¹. Недавно лоботомия была довольно модной, вероятно, по той причине, что она облегчает содержание психических больных под надзором сторожей. Да позволено мне будет заметить мимоходом, что умерщвление больных еще больше облегчило бы надзор за ними! Однако префронтальная лоботомия, по-видимому, действует на навязчивое состояние не тем, что помогает больному разрешить мучающие его вопросы, а тем, что повреждает или уничтожает способность к продолжительной тревоге, называемую, по терминологии другой профессии, совестью. В общем случае лоботомия, насколько можно судить, ограничивает все виды циркулирующей памяти и связанную с ними способность сохранять в уме ситуацию, уже не присутствующую в настоящем.

Различные виды лечения шоком — электрический ток, инсулин, метрозол — представляют собой не столь сильные средства, но оказывают весьма сходное действие. Они не разрушают мозговой ткани или, по крайней мере, по идее не должны разрушать ее, но они оказывают определенно вред-

¹ Эта операция известна также под названием префронтальной лейкотомии. — *Примеч. ред.*

ное влияние на память. Поскольку дело касается циркулирующих записей и поскольку последние бывают особенно повреждены в случаях недавнего расстройства и вряд ли заслуживают сохранения, лечение шоком следует определенно предпочесть лоботомии; но оно не всегда свободно от вредных влияний на постоянную память и на личность. При настоящем положении вещей лечение шоком представляет собой второй насильственный, не вполне изученный, не вполне контролируемый способ прервать душевный порочный круг. Тем не менее следует признать, что во многих случаях лечение шоком — лучшее, что мы можем в настоящее время сделать.

Лоботомия и лечение шоком — это такие методы, которые по своей природе более пригодны для действия на порочные циркулирующие записи и навязчивые состояния, чем на глубже расположенные постоянные записи, хотя не исключено, что они могут оказывать некоторое действие и на последние. Как было сказано выше, при душевных расстройствах давнего происхождения постоянная память нарушается столь же сильно, как и циркулирующая. Мы, по-видимому, не располагаем никаким чисто фармацевтическим или хирургическим средством для дифференцированного воздействия на постоянную память. Вот тут-то и выступает на сцену психоанализ и подобные ему психотерапевтические меры. Идет ли речь о психоанализе в ортодоксальном понимании Фрейда, или в измененном понимании Юнга и Адлера, или о психотерапии, совсем не основанной на психоанализе, лечение всегда основывается на том представлении, что: 1) хранимая в уме информация расположена на нескольких уров-

нях доступности и гораздо богаче и разнообразнее, нежели информация, доступная непосредственному самонаблюдению — интроспекции — без помощи специальных методов; 2) она существенно зависит от аффективных переживаний, которые мы не всегда можем обнаружить таким самонаблюдением, — либо потому, что они никогда не были явно выражены на языке взрослых, либо потому, что они были подавлены определенным психическим механизмом, аффективным, но, вообще говоря, произвольным; 3) содержание этих сохраненных переживаний, а также их аффективный тонус обуславливают во многом нашу последующую психическую деятельность, иногда патологическим образом.

Метод психоанализа состоит в последовательном применении ряда средств для обнаружения и истолкования этих скрытых воспоминаний; больного заставляют осознать их истинное значение и благодаря этому осознанию изменяют если не содержание воспоминаний, то, по крайней мере, сопровождающий их аффективный тонус, уменьшая тем самым их вредное действие. Все это вполне согласуется с точкой зрения, принятой в настоящей книге. Это, возможно, объясняет также, почему в некоторых случаях рекомендуется совместное применение лечения шоком в психотерапии, куда входит физическая или фармакологическая терапия для устранения реверберации в нервной системе и психологическая терапия для долговременной памяти, которая без такого вмешательства могла бы восстановить изнутри порочный круг, разорванный шоком.

Мы уже упоминали о проблеме нагрузки нервной системы. Многие авторы, и в частности Д'Арси

Томпсон¹, отмечали, что для всякой формы организации существует верхняя граница ее размера, выше которой она не будет действовать. Так, размер организма насекомого ограничен длиной трахеи, при которой воздух может попадать через дыхальца путем непосредственной диффузии к дышащим тканям; сухопутное животное не может иметь больший вес, чем позволяют его ноги и другие органы, соприкасающиеся с землей; размер дерева ограничен механизмом переноса воды и солей от корней к листьям и продуктов фотосинтеза от листьев к корням и т. д. То же самое наблюдается в технических сооружениях. Высота небоскребов ограничена тем, что если она превысит некоторый предел, то для верхних этажей потребуются шахта лифта, которая займет слишком большую часть поперечного сечения нижних этажей. Наилучший подвесной мост, который можно построить из материалов данной упругости, рухнет от собственного веса, если его пролет превысит некоторый предел, а при еще большем пролете рухнет от собственного веса любая конструкция, построенная из данного материала или материалов. Размер телефонной станции, построенной по жесткому, не допускающему расширения плану, также ограничен, и инженеры-телефонисты исследовали это ограничение весьма подробно.

В телефонной системе существенным ограничивающим фактором служит относительное время, в течение которого абонент не может получить нужного ему соединения. 99-процентная вероятность успешного вызова, конечно, удовлетворит самых

¹ *Thompson D'Arcy. On Growth and Form. Amer. ed. — New York: The Macmillan Co., 1942.*

требовательных; 90 процентов успешных вызовов, вероятно, достаточно для того, чтобы вести свои дела довольно удовлетворительно, 75-процентная вероятность уже вызывает досаду, но все же позволяет кое-как вести дела; если же половина вызовов неудачна, то абоненты начнут требовать снятия своих телефонов. Но это лишь общие цифры. Если вызовы проходят через n -отдельных ступени коммутации и вероятности отказа независимы и одинаковы на всех ступенях, то для того, чтобы получить общую вероятность успешного вызова, равную p , вероятность успешного соединения на каждой ступени должна составлять $p^{1/n}$. Следовательно, чтобы получить 75-процентную вероятность соединения после пяти ступеней, мы должны иметь приблизительно 95-процентную вероятность успеха на ступень. Чтобы получить 90 процентов успешных вызовов, мы должны иметь 98 процентов успешных соединений на каждой ступени. Чтобы получить 50-процентную вероятность, нужно иметь вероятность успеха на каждой ступени в 87 процентов. Мы видим, что чем больше ступеней, тем быстрее обслуживание становится очень плохим после того, как превышен некоторый критический уровень вероятности неуспеха отдельного вызова, и тем быстрее оно становится очень хорошим после того, как вероятность неуспеха опустилась ниже этого критического уровня. Таким образом, система автоматической коммутации, состоящая из многих ступеней и рассчитанная на определенную вероятность отказа, не обнаруживает явных признаков неблагополучия, пока нагрузка не дойдет до критической точки, после чего эта система совершенно распадается и образуется катастрофический затор.

Человек имеет наиболее развитую нервную систему из всех живых существ, и его поведение, вероятно, определяется наиболее длинными из эффективно действующих нейтронных цепей. Если он надламывается глубоко и катастрофически, то это должно означать, что он выполнял сложные действия очень уж близко к грани перегрузки. Перегрузка может возникать различным образом: вследствие избытка передаваемых сообщений, физической потери каналов связи или чрезмерного занятия каналов такой нежелательной нагрузкой, как циркулирующие записи памяти, усиливающиеся до превращения в навязчивые идеи. Во всех подобных случаях внезапно наступает момент, когда для нормальных видов нагрузки не будет хватать каналов, и тогда перед нами психическое расстройство, достигающее нередко до помешательства.

Указанное расстройство действует сперва на способности или операции, в которых участвуют наиболее длинные цепи нейронов. Есть серьезное основание для отождествления этих процессов с теми, которые мы обычно называем высшими. Известно, что повышение температуры почти до физиологических границ облегчает выполнение большей части, если не всех, нейронных процессов; эффект тем заметнее, чем выше процесс, приблизительно соответствуя нашей обычной оценке «ранга» процессов. Но любое облегчение процессов в единичной системе нейрон—синапс становится кумулятивным, когда нейрон соединен последовательно с другими нейронами. Поэтому степень усиления процесса при повышении температуры может служить грубой мерой длины участвующей в нем нейронной цепи.

Мы видим, таким образом, что большая длина нейронных цепей человеческого мозга по сравнению с мозгом животных объясняет, почему психические расстройства у человека наиболее заметны и, вероятно, наиболее распространены. Вопрос допускает и другой, более специфический подход. Рассмотрим сначала два геометрически подобных мозга с одним и тем же отношением весов серого и белого вещества и с линейными размерами, относящимися как $A:B$. Пусть объем клеток серого вещества и поперечное сечение волокон белого вещества у первого и второго мозга одни и те же¹. Тогда отношение числа клеток в обоих случаях равно $A^3:B^3$, а отношение числа длинных соединительных линий равно $A^2:B^2$. Это значит, что при одинаковой плотности процессов в клетках плотность процессов, протекающих в волокнах, будет для большого мозга в $A:B$ раз больше, чем для малого мозга.

Сравнивая человеческий мозг с мозгом других млекопитающих, мы видим, что первый отличается гораздо большей рельефностью поверхности. Относительная толщина серого вещества примерно одинакова в обоих случаях, но человеческий мозг имеет гораздо более развитую систему извилин и борозд. Это равносильно увеличению количества серого вещества за счет белого вещества. Внутри извилин белое вещество уменьшается главным образом из-за уменьшения длины волокон, а не их чис-

¹ Серое вещество мозга образуется телами и отростками нейронов (нервных клеток), а белое — нервными волокнами, т. е. частями аксонов (длинных отростков нейронов), покрытыми белой миелиновой оболочкой. — *Примеч. ред.*

ла, поскольку противоположные склоны извилины ближе между собой, чем на мозге того же размера, но — с гладкой поверхностью. С другой стороны, для соединительных линий между разными извилинами расстояние, которое они должны пройти, только увеличивается вследствие рельефности мозга. Можно думать, что человеческий мозг оказывается достаточно эффективным, когда дело касается коротких соединительных линий, но не слишком надежным, когда затронуты длинные магистральные пути. Это значит, что в случае перегрузок первыми будут нарушены процессы, в которых участвуют удаленные друг от друга части мозга. Таким образом, при помешательстве наименее устойчивыми оказываются процессы, захватывающие несколько центров, т. е. ряд различных двигательных процессов и значительное число ассоциативных процессов. Именно эти процессы обычно относятся к высшим. Таким образом, мы получаем еще одно подтверждение нашей как будто оправдываемой опытом уверенности, что при помешательстве прежде всего страдают высшие процессы.

Существуют некоторые указания на то, что длинные пути в мозгу обнаруживают тенденцию пролегать совершенно вне полушарий головного мозга и идти через низшие центры. На это указывает тот факт, что при перерезке некоторых длинных петель белого вещества в полушариях головного мозга наблюдаются совершенно незначительные повреждения, как будто эти поверхностные соединения настолько недостаточны, что обеспечивают лишь небольшую часть необходимых связей.

В свете этого интересно рассмотреть явления право- и леворукости и преобладания (доминирова-

ния) полушарий. Подобная асимметрия функций, по-видимому, встречается и у других млекопитающих, хотя у них она менее заметна, отчасти, вероятно, потому, что для выполнения задач им не требуется такая организация и умение. Однако разница в ловкости мышц правой и левой стороны даже у других приматов, по-видимому, меньше, чем у человека. Праворукость нормального человека, как хорошо известно, обычно сочетается с преобладанием левой стороны мозга, а леворукость меньшинства людей — с преобладанием правой стороны мозга. Иначе говоря, функции головного мозга распределены неравномерно между двумя полушариями, и одно из них — преобладающее — сосредоточивает львиную долю высших функций. Правда, многие существенно двусторонние функции, например связанные с полями зрения, представлены каждая в своем полушарии, хотя это справедливо отнюдь не для всех двусторонних функций. Однако большинство «высших» областей находится исключительно в преобладающем полушарии. Например, у взрослого серьезное повреждение второстепенного полушария оказывает значительно меньшее действие, чем аналогичное повреждение преобладающего полушария. У Пастера на сравнительно раннем этапе его карьеры случилось кровоизлияние в правой стороне мозга, после чего у него остался небольшой левосторонний паралич — гемиплегия. После смерти мозг его был исследован, и обнаружилось, что у Пастера было настолько серьезное повреждение правой стороны мозга, что, как говорили, после этого повреждения «у него оставалась лишь половина мозга». У него были серьезные поражения теменной и височной области. Тем не менее после этого по-

вреждения Пастер сделал некоторые из своих самых значительных открытий. У взрослого правши подобное повреждение левой стороны, почти наверно, было бы роковым и привело бы пострадавшего к животному состоянию, к состоянию умственной и нервной инвалидности.

Было замечено, что в раннем детстве такое повреждение мозга производит гораздо меньшее действие; тяжелое поражение преобладающего полушария впервые шесть месяцев жизни может привести к тому, что его место займет другое полушарие, и пострадавший будет отклоняться от нормы гораздо меньше, чем если бы повреждение произошло в более позднем возрасте. Это вполне согласуется с тем, что нервная система в первые недели жизни вообще очень гибка, но позже быстро становится жесткой. Возможно, что при отсутствии таких серьезных повреждений преобладание правой или левой стороны в очень раннем детстве может довольно легко меняться. Но задолго до школьного возраста природная асимметрия рук и преобладание одного полушария устанавливаются на всю жизнь. Раньше считали, что леворукость является серьезной помехой для жизни в обществе. Поскольку большинство инструментов, школьных парт и спортивных принадлежностей рассчитано, главным образом, на праворуких, леворукость действительно представляет некоторое неудобство. Кроме того, в прежние времена на нее смотрели с той суеверной неприязнью, которую вызывали всякие мелкие отклонения от общечеловеческой нормы, как, скажем, родимые пятна или рыжие волосы. Многие по различным побуждениям пытались — и даже успешно — изменять леворукость своих детей воспитанием, хотя,

конечно, не могли изменить физиологическую основу — преобладание правого полушария. Во многих случаях люди с искусственно развитым левым полушарием страдали заиканием и другими дефектами речи, чтения и письма в такой степени, что это преграждало им путь к нормальной деятельности.

Мы видим по крайней мере одно возможное объяснение явления. Развивая вторую руку, частично развивали ту часть второго полушария, которая заведует выученными движениями, например письмом. Но поскольку выполнение этих движений находится в очень тесной связи с чтением, речью и другими видами деятельности, локализованными в преобладающем полушарии, нейтронные цепи, участвующие в подобных процессах, должны переходить из одного полушария в другое и обратно, а в более сложных процессах они должны совершать этот переход по несколько раз. Но число прямых соединений между полушариями — комиссур — в таком большом мозгу, как человеческий, настолько мало, что прямые соединения приносят немного пользы, и связь между полушариями должна осуществляться по путям, проходящим через мозговой ствол. Эти окольные пути мало изучены, но, бесспорно, они очень длинные, редкие и могут прерываться. Поэтому процессы, связанные с речью и письмом, легко могут быть нарушены при заторе в нервной системе, и тогда заикание — совершенно естественная вещь.

Таким образом, человеческий мозг, вероятно, уже слишком велик, чтобы он мог эффективно использовать все средства, которые кажутся наличными анатомически. У кошки разрушение преобладающего полушария, по-видимому, производит мень-

ший ущерб, чем у человека, а разрушение второстепенного полушария — большой. Во всяком случае, у кошки распределение функций между полушариями гораздо равномернее. Выигрыш, достигнутый человеком благодаря большему размеру и большей сложности мозга, частично сводится на нет тем обстоятельством, что за один раз можно эффективно использовать лишь часть мозга. Возникает любопытная мысль, что, быть может, мы стоим перед одним из тех природных ограничений, когда высококвалифицированные органы достигают уровня нисходящей эффективности и в конце концов приводят к угасанию вида. Быть может, человеческий мозг продвинулся так же далеко по пути к этой губительной специализации, как большие носовые рога последних титанотериев.

VIII. ИНФОРМАЦИЯ, ЯЗЫК И ОБЩЕСТВО

Идея организации, элементы которой сами суть малые организации, не является чем-то новым и необычным. Свободные федерации древней Греции, Священная Римская империя и современные ей аналогичные феодальные государства, Швейцарская Конфедерация, Королевство Нидерландов, Соединенные Штаты Америки и другие Соединенные Штаты, расположенные южнее, Союз Советских Социалистических Республик — все это примеры иерархий организаций в политической сфере. Левиафан Гоббса, Человек-Государство, составленный из меньших людей, есть иллюстрация той же идеи ступенью масштаба ниже, а воззрение Лейбница на живой организм как на некое сложное целое, где

другие живые организмы (например, кровяные тельца) ведут собственную жизнь, представляет дальнейший шаг в этом направлении.

По существу, это лишь философское предвосхищение клеточной теории, согласно которой большинство животных и растений небольшого размера и все животные и растения больших размеров состоят из единиц — клеток, которые обладают многими, если не всеми свойствами независимых живых организмов. Многоклеточные организмы могут быть сами составными элементами организмов более высокой ступени. Так, физалия («португальский кораблик») представляет собой сложную структуру дифференцированных кишечнополостных полипов, в которой отдельные особи претерпели различные видоизменения, чтобы служить целям питания, опоры, передвижения, выделения и воспроизведения колонии как целого.

Строго говоря, такая физически объединенная колония не ставит перед нами более глубоких философских проблем организации, чем те, какие возникают на низших уровнях индивидуальности. Совсем иначе обстоит дело с человеком и другими общественными животными — стадами павианов или скота, колониями бобров, пчелиными ульями, осинными гнездами, муравейниками. По степени целостности жизнь сообщества может вполне приближаться к уровню, характерному для поведения отдельной особи; но особь обычно наделена фиксированной нервной системой, с постоянными топографическими отношениями между элементами и постоянными соединениями, а сообщество состоит из особей, находящихся между собой в изменяющихся пространственно-временных отношениях и

не имеющих постоянных, неразрывных физических соединений. Нервная ткань пчелиного улья — это лишь нервная ткань отдельных пчел. Как же пчелиный улей может действовать согласованно и организовано, приспособляясь к весьма изменчивым условиям? Очевидно, секрет состоит во взаимном общении членов улья.

Сложность и содержание этого взаимного общения могут быть весьма различными. У человека оно охватывает все дебри языка и литературы и еще очень многое. У муравьев оно, вероятно, сводится почти полностью к нескольким запахам. Весьма маловероятно, что муравей может отличить одного муравья от другого. Он, конечно, может отличить муравья из своего муравейника от муравья из чужого муравейника и будет сотрудничать с первым и стремиться уничтожить второго. В рамках нескольких внешних реакций подобного рода ум муравья, по-видимому, почти такой же шаблонный, жесткий, как его скованное хитином тело. Этого и следовало ожидать заранее от животного, у которого стадия роста и в значительной степени стадия обучения строго отделены от стадии зрелости. Единственное средство связи между муравьями, которое можно проследить, является столь же общим и ненаправленным, как гормональная система связи внутри организма. Действительно, обоняние, представляющее собой одно из химических внешних чувств, общее и ненаправленное, можно уподобить воздействиям гормонов внутри организма.

Заметим мимоходом, что мускус, цибет, бобровая струя и другие сексуально возбуждающие вещества можно рассматривать как общественные, внешние гормоны, необходимые (особенно у жи-

вотных, ведущих одинокую жизнь) для соединения полов в соответствующие периоды и служащие для продолжения рода. Этим я не хочу сказать, что действие названных веществ в организме, после того как они попали в орган обоняния, является только гормональным, а не действием на нервную систему. Трудно представить, как оно может быть чисто гормональным при тех малых количествах, какие уже могут быть восприняты животными; с другой стороны, мы слишком мало знаем о действии гормонов, чтобы отрицать возможность гормонального действия ничтожно малых количеств таких веществ. Кроме того, длинные скрученные кольца атомов углерода, обнаруженные в мусконе и цибетоне, не требуют большой перестройки, чтобы превратиться в группы сросшихся колец, характерные для половых гормонов, некоторых витаминов и некоторых канцерогенных веществ. Я не стремлюсь высказать определенное мнение по этому вопросу и оставляю приведенные выше замечания как интересную спекуляцию.

Запахи, которые воспринимает муравей, по-видимому, вызывают у него весьма стандартное поведение, но ценность, которую может иметь для переноса информации такой простой раздражитель, как запах, зависит не только от информации, непосредственно переносимой раздражителем, но и от всей нервной конструкции передатчика и приемника раздражителя. Допустим, я нахожусь в лесах вдвоем сомышленым дикарем, который не может говорить на моем языке и на языке которого я тоже не могу говорить. Даже без какого-либо условного языка знаков, известного нам обоим, я могу многое узнать от него. Мне нужно лишь быть особенно вниматель-

ным в те моменты, когда он обнаруживает признаки волнения или интереса. Тогда я должен посмотреть вокруг, особенно в направлении его взгляда, и запомнить все, что увижу или услышу. Не пройдет много времени, как я открою, какие предметы представляются важными для него, — не потому, что он сообщил мне о них словами, но потому, что я сам их заметил. Иначе говоря, сигнал, лишенный внутреннего содержания, может приобрести для моего спутника смысл по тому, что наблюдает он в данный момент, и может приобрести для меня смысл по тому, что наблюдаю я в данный момент. Способность дикаря замечать моменты моего особенно активного внимания сама по себе образует язык, возможности которого столь же разнообразны, так и диапазон впечатлений, доступных нам обоим. Таким образом, общественные животные могут иметь активные, разумные, гибкие средства связи задолго до появления языка.

Какие бы средства ни имела раса или биологический вид, всегда можно определить и измерить количество информации, которое может получить эта раса, и отличить его от количества информации, доступной для особи. Конечно, никакая информация, доступная для особи, не может быть также доступной для расы, если она не видоизменяет поведения особи по отношению к другой особи, а это поведение не имеет значения для расы, если другие особи не могут отличить его из других форм поведения. Итак, является ли некоторая информация расовой или исключительно индивидуальной, зависит от того, приводит ли она к такой форме деятельности особи, которую другие члены расы могут распознать как отличающуюся от других форм деятельности, в

том смысле, что она в свою очередь изменяет их деятельность, и т. д.

Я говорил о расе. Это в действительности слишком широкий термин для сферы действия большинства типов общественной информации. Собственно говоря, сообщество простирается лишь до того предела, до которого простирается действительная передача информации. Можно дать некоторую меру сообщества, сравнивая число решений, поступающих в группу извне, с числом решений, принимаемых в группе. Мы измеряем тем самым автономию группы. Мера эффективной величины группы — это тот размер, который она должна иметь, чтобы достичь определенной установленной степени автономии.

Группа может иметь больше или меньше групповой информации, чем ее члены. Группа необщественных животных, временно соединенных, имеет очень мало информации, если даже ее члены как индивидуумы имеют много информации. Это происходит потому, что лишь очень немногое из того, что делает отдельный член группы, бывает замечено другими членами группы и оказывает на них влияние, которое распространялось бы и дальше по группе. С другой стороны, человеческий организм содержит, по всей вероятности, намного больше информации, чем какие-либо из его клеток. Таким образом, между количеством информации, имеющейся у расы, племени или сообщества, и количеством информации, имеющейся у особи, необязательно должно быть прямое или обратное соотношение.

Как и в случае особи, доступ к информации, которая имеется у расы в данный момент, может потребовать специальных усилий. Известно, что при

слишком большом объеме библиотек их работа затрудняется, что науки доходят до такой специализации, при которой специалист часто ничего не знает вне своей узкой специальности. Д-р Ванневар Буш предложил применять механические устройства для поисков нужного материала в больших массивах материалов. Такие устройства, вероятно, приносят пользу, но их применение ограничено невозможностью подвести ту или иную книгу под какую-либо необычную рубрику без того, чтобы кто-нибудь предварительно не установил применимость этой рубрики к данной книге. В том случае, когда темы, рассматриваемые в двух книгах, близки по методике и основным идеям, но относятся к совершенно различным областям, рубрикация потребует человека с почти лейбницианской универсальностью.

В связи с вопросом об эффективном количестве общественной информации следует отметить как один из самых поразительных фактов в жизни государства, что в ней крайне мало действенных гомеостатических процессов. Во многих странах распространено мнение, признанное в Соединенных Штатах официальным догматом, что свободная конкуренция сама является гомеостатическим процессом, т. е. что на вольном рынке эгоизм торговцев, каждый из которых стремится продать как можно дороже и купить как можно дешевле, в конце концов приведет к устойчивой динамике цен и будет способствовать наибольшему общему благу.

Это мнение связано с очень «утешительным» воззрением, что частный предприниматель, стремясь обеспечить свою собственную выгоду, является в некотором роде общественным благодетелем и

поэтому заслуживает больших наград, которыми общество его осыпает. К сожалению, факты говорят против этой простодушной теории. Рынок — игра, находящая свое подобие в семейной игре, известной под названием «монополия». Она строго подчинена общей теории игр, которую разработали фон Нейман и Моргенштерн. Эта теория основана на допущении, что на любой стадии игры каждый игрок, исходя из доступной ему информации, играет согласно вполне разумной стратегии, которая в конце концов должна обеспечить ему наибольшее математическое ожидание выигрыша. Это — рыночная игра, в которую играют вполне разумные и совершенно беззастенчивые дельцы. Даже при двух игроках теория сложна, хотя она приводит часто к выбору определенного направления игры. Но при трех игроках во многих случаях, а при многих игроках в подавляющем большинстве случаев результат игры характеризуется крайней неопределенностью и неустойчивостью. Побуждаемые своей собственной алчностью, отдельные игроки образуют коалиции; но эти коалиции обычно не устанавливаются каким-нибудь одним определенным образом и обычно кончаются столпотворением измен, ренегатства и обманов. Это точная картина высшей деловой жизни и тесно связанной с ней политической, дипломатической и военной жизни. В конце концов даже самого блестящего и беспринципного маклера ждет разорение. Но допустим, что маклерам это надоело и они согласились жить в мире между собой. Тогда награда достанется тому, кто, выбрав удачный момент, нарушит соглашение и предаст своих партнеров. Здесь нет никакого гомеостаза. Мы должны проходить циклы бу-

мов и спадов в деловой жизни, последовательную смену диктатуры и революции, войны, в которых все теряют и которые столь характерны для современности.

Конечно, рисуемый фон Нейманом образ игрока как вполне разумной и совершенно беззастенчивой личности представляет абстракцию и искажение действительности. Редко можно встретить, чтобы большое число вполне разумных и беспринципных людей играло вместе. Там, где собираются мошенники, всегда есть дураки; а если имеется достаточное количество дураков, они представляют собой более выгодный объект эксплуатации для мошенников. Психология дурака стала вопросом, вполне достойным серьезного внимания мошенников. Вместо того чтобы добиваться своей конечной выгоды, подобно игрокам фон Неймана, дурак действует так, что его образ действий в общем можно предсказать в такой же степени, как попытки крысы найти путь в лабиринте. Одна политика обмана — или, точнее, заявлений, безразличных к истине, — заставит его покупать определенную марку папирос, другая побудит его, как надеется партия, голосовать за определенного кандидата — любого кандидата — или принять участие в политической охоте за ведьмами. Иллюстрированная газета будет продаваться благодаря некоторой точно установленной смеси религии, порнографии и псевдонауки. Комбинация заискивания, подкупа и устрашения заставит молодого ученого работать над управляемыми снарядами или атомной бомбой. Для определения рецептов этих смесей имеется механизм радиоопросов, предварительных голосований, выборочных обследований общественного мнения и других психологических

исследований, объектом которых является простой человек; и всегда находятся статистики, социологи и экономисты, готовые продать свои услуги для этих предприятий.

К счастью для нас, эти торговцы ложью, наживающиеся на людском легковерии, еще не дошли до такого совершенства, чтобы все происходило по их желанию, потому что люди не бывают только дураками или мошенниками. Средний человек достаточно разумен по отношению к вещам, представляющим его непосредственному вниманию, и достаточно альтруистичен там, где дело касается общественного блага или индивидуальных страданий, которые он видит собственными глазами. В небольшой сельской общине, существующей достаточно долго, чтобы в ней сложились более или менее одинаковые уровни понимания и поведения, существуют вполне достойные уважения нормы попечения об обездоленных, управления дорогами и другими общественными средствами, терпимости к тем, кто лишь один-два раза нарушил общественные законы. Как бы то ни было, нарушители находятся здесь, и остальная община должна жить с ними и впредь. С другой стороны, в такой общине человеку не годится быть выше своих соседей. Всегда есть средства заставить его почувствовать силу общественного мнения. С течением времени он обнаружит, что оно является столь вездесущим, столь непререкаемым, столь ограничивающим и подавляющим, что он вынужден будет оставить общину, чтобы защитить себя.

Таким образом, небольшие, тесно спаянные сообщества обладают высокой степенью гомеостаза, будут ли это культурные сообщества в цивилизо-

ванной стране или селения первобытных дикарей. Какими бы странными и даже отталкивающими не казались нам обычаи многих варварских племен, эти обычаи, как правило, имеют вполне определенную гомеостатическую ценность, объяснение которой является одной из задач антропологов. Лишь в большом сообществе, где Господа Действительного Положения Вещей предохраняют себя от голода своим богатством, от общественного мнения — тайной и анонимностью, от частной критики — законами против клеветы и тем, что средства связи находятся в их распоряжении, — лишь в таком сообществе беззастенчивость может достигнуть высшего уровня. Из всех этих антигомеостатических общественных факторов управление средствами связи является наиболее действенным и важным.

Один из выводов настоящей книги состоит в том, что всякий организм скрепляется наличием средств приобретения, использования, хранения и передачи информации. В обществе, слишком большом для прямого контакта между его членами, эти средства суть пресса (книги и газеты), радио, телефонная связь, телеграф, почта, театр, кино, школы и церковь. Помимо своего непосредственного значения как средств связи все они служат другим, вторичным целям. Газета — средство рекламы и средство наживы для ее владельца так же, как кино и радио. Школа и церковь не только убежище ученого и святого, но также жилище воспитателя и епископа. Книга, не приносящая прибыли ее издателю, вероятно, не будет издана и, конечно, не будет переиздана.

В таком обществе, как наше, открыто основанном на купле и продаже, в котором все природные

и человеческие ресурсы рассматриваются как полная собственность первого встречного дельца, достаточно предприимчивого, чтобы их использовать, эти вторичные стороны средств связи все более вытесняют их основное назначение. Этому способствует само развитие и распространение средств связи. Сельская газета может по-прежнему использовать собственных корреспондентов для сбора сплетен по деревням, но она покупает свои общенациональные известия, свои синдицированные сенсации, свои политические мнения в виде готового «котельного железа». Доход радио зависит от рекламодателей, и, как и везде, кто платит, тот и распоряжается. Большие информационные агентства стоят слишком дорого для издателя с небольшими средствами. Книгоиздатели издают в основном книги в расчете на какой-нибудь книжный клуб, который может закупить целиком огромный тираж. Президент колледжа и епископ, даже если они лишены личного честолюбия, управляют дорогостоящими учреждениями и должны искать деньги там, где они имеются.

Итак, повсюду на средства связи налагается тройное ограничение: исключение менее выгодных средств в пользу более выгодных; то обстоятельство, что средства связи находятся в руках очень ограниченного класса богатых людей и потому, естественно, выражают мнения этого класса; и, наконец, то обстоятельство, что средства связи, как один из основных путей к политической и личной власти, привлекают прежде всего всех тех, кто стремится к такой власти. Та система, которая больше всех других должна способствовать общественному гомеостазу, попадает прямо в руки тех, кто больше

всего заинтересован в игре за власть и деньги, в игре, которая, как мы видели, является одним из основных антигомеостатических факторов в обществе. Неудивительно поэтому, что большие сообщества, подверженные этому подрывному влиянию, имеют гораздо меньше общественно доступной информации, чем малые сообщества, не говоря уже об отдельных людях, из которых состоят все сообщества. Подобно волчьей стае — будем надеяться, все же в меньшей степени — государство глупее, чем большинство его членов.

Это противоречит мнению, весьма распространенному среди руководителей предприятий, руководителей больших лабораторий и тому подобных лиц, которое гласит, что поскольку сообщество больше индивидуума, то оно и умнее. Отчасти это мнение вызвано лишь детским восхищением перед тем, что велико и обильно. В некоторой мере оно вызвано пониманием возможностей большой организации для свершения благих дел. Однако в значительной мере оно поддерживается лишь корыстными побуждениями и жаждой богатства.

Имеется другая группа — тех, кто не видит ничего хорошего в анархии современного общества и под влиянием оптимистического ощущения, что ведь должен же быть какой-нибудь выход, слишком высоко оценивает возможные гомеостатические факторы в обществе. Как бы мы ни симпатизировали этим людям и как бы глубоко ни чувствовали эмоциональную дилемму, перед которой они находятся, мы не можем придавать слишком большого значения этому направлению мыслей, подсказанному желанием. Их мысли — это мысли мышей из басни, захотевших повесить колокол на шею кошке,

чтобы знать о ее приближении. Без сомнения, было бы очень приятно для нас, мышей, если бы хищные кошки мира сего носили такие колокола; но кто возьмется это сделать? Кто гарантирует нам, что вся власть не попадает снова в руки тех, кто больше всего жаждет ее?

Я упоминаю этот вопрос ввиду значительных и, как я думаю, напрасных надежд, которые возлагали некоторые из моих друзей на общественную действенность новых направлений мысли, связанных с содержанием этой книги. Они убеждены, что наша способность управлять окружающей нас материальной средой намного обогнала нашу способность управлять окружающей нас общественной средой и понимать ее. Поэтому они считают, что основная задача ближайшего будущего — распространить на области антропологии, социологии и экономики методы естественных наук с целью достижения таких же успехов в социальных областях. От убеждения в том, что это необходимо, они переходят к убеждению в том, что это возможно. Я утверждаю, что в этом отношении они обнаруживают чрезмерный оптимизм и непонимание существа всякого научного достижения.

Все большие успехи точных наук связаны с такими областями, где явление отделено достаточно резко от наблюдателя. Мы видели на примере астрономии, что такое отделение может быть следствием огромного масштаба наблюдаемых явлений по сравнению с человеком, когда самые большие человеческие усилия, не говоря о простом созерцании, не могут произвести сколько-нибудь заметного впечатления на мир небесных светил. Правда, в современной атомной физике, науке о невыразимо ма-

лом, все, что мы делаем, будет оказывать влияние на многие отдельные частицы и это влияние будет достаточно велико с точки зрения такой частицы. Но мы не живем в масштабе изучаемых частиц ни во времени, ни в пространстве, и события, которые могут иметь величайшее значение с точки зрения наблюдателя, соответствующего масштабу существования частиц, представляются нам — хотя и с некоторыми исключениями, как, например, при опытах в камере Вильсона, — лишь как средние массовые эффекты, в которых участвуют огромные совокупности частиц. При исследовании этих эффектов те промежутки времени, с которыми мы имеем дело, весьма велики с точки зрения отдельной частицы и ее достижений, и наши статистические теории имеют более чем достаточную основу. Итак, мы слишком малы, чтобы влиять на движение звезд, и настолько велики, что можем интересоваться лишь массовыми действиями молекул, атомов и электронов. В обоих случаях наша связь с изучаемыми явлениями настолько слаба, что мы можем учитывать ее лишь в общих чертах, хотя эта связь может быть и не столь слабой, чтобы ею совсем пренебрегать.

В общественных науках связь между наблюдаемым явлением и наблюдателем очень трудно свести к минимуму. С одной стороны, наблюдатель может оказывать значительное влияние на явление, привлечшее его внимание. При всем уважении к разуму, умению и честности намерений моих друзей-антропологов, я не могу поверить, что любое исследованное ими сообщество останется тем же самым после этого исследования. Не один миссионер, приводя первобытные языки к письменной форме, зак-

реплял в качестве вечных законов таких языков плоды своего собственного непонимания. В общественных обычаях народа много такого, что рассеивается и искажается при первом же обследовании. В несколько другом смысле, чем обычно принято, можно сказать: *traduttore traditore*¹.

С другой стороны, ученый-социолог не может взирать на свои объекты с холодных высот вечности и вездесущности. Возможно, существует массовая социология человеческих инфузорий, наблюдаемых подобно популяциям дрозофил в сосуде; но в этой социологии мы, эти самые человеческие инфузории, не особенно заинтересованы. Мы не очень интересуемся подъемами и падениями, радостями и страданиями человечества *sub specie aeternitatis*². Антрополог описывает обычаи, относящиеся к жизни, воспитанию, деятельности и смерти людей, имеющих в общем такой же масштаб жизни, как и его собственный. Экономиста, главным образом, интересует предсказание таких экономических циклов, которые протекают менее чем за одно поколение или, по крайней мере, отражаются на человеке различным образом в различные периоды его жизни. Теперь мало таких политических философов, которые старались бы ограничить свои исследования миром платоновских идей. Другими словами, в общественных науках мы имеем дело с короткими статистическими рядами и не можем быть уверены, что значительная часть наблюдаемого нами не создана нами самими. Исследование фондовой биржи, вероятно, перевернет всю фондовую биржу. Мы слиш-

¹ Переводчик-предатель (*итал.*). — *Примеч. ред.*

² Под знаком вечности. — *Примеч. ред.*

ком хорошо настроены на объекты нашего исследования, чтобы представлять из себя хорошие зонды. Короче говоря, будут ли наши исследования в общественных науках статистическими или динамическими — а они должны быть и теми и другими, — они могут иметь точность лишь до очень небольшого числа десятичных знаков и в итоге никогда не доставят нам такого количества проверяемой, 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.

ЗАМЕЧАНИЕ

Существует один вопрос, относящийся собственно к этой главе, хотя он никоим образом не является ее кульминационным пунктом. Это вопрос о том, можно ли построить машину, играющую в шахматы, и являются ли способности такого рода существенным отличием человеческого разума от машины. Заметим, что мы не поднимаем вопроса о том, можно ли построить шахматную машину, которая будет вести оптимальную игру в смысле фон Неймана. Даже наилучший человеческий мозг не может приблизиться к решению этой задачи. С другой стороны, не вызывает сомнения возможность построения машины, которая будет играть в шахматы в том смысле, что она будет следовать правилам игры безотно-

сительно к ценности ходов. Построить такую машину по существу не труднее, чем построить систему блокировки сигналов для железнодорожного сигнального поста. Реальная задача является промежуточной — построить машину, которая будет служить интересным противником для игрока какого-нибудь одного из многих уровней, по которым располагаются шахматисты.

Я думаю, что можно построить сравнительно грубое, но не совсем тривиальное устройство такого назначения. Машина должна перебирать — по возможности с большой скоростью — все свои допустимые ходы и все допустимые ответы противника на два или три хода вперед. Каждой последовательности ходов она должна приписывать определенную условную оценку. Мат противнику получает на каждой стадии наивысшую оценку, получение мата — самую низшую; потеря фигур, взятие фигур противника, шахование и другие характерные ситуации должны получить оценки, не слишком отличающиеся от тех, какие дали бы им хорошие шахматисты. Первый из всей последовательности ходов должен получать оценку, сходную с той, которая была бы ему дана по теории фон Неймана. Когда у машины есть один ход и у противника один ход, машина оценивает каждый вариант своего хода по минимальной оценке ситуации, получаемой после перебора всех возможных ответов противника. Когда машина и противник имеют по два хода, машина оценивает каждый вариант своего первого хода по минимальной оценке относительно вариантов первого хода противника, оцениваемых, в свою очередь, по максимальной оценке следующих за ними вариантов второго хода машины, а эта максимальная оценка

подсчитывается для вариантов второго хода машины в предположении, что у противника есть лишь один ход и у машины лишь один. Этот процесс можно распространить на тот случай, когда каждый игрок делает три хода, и т. д. Затем машина выбирает любой из вариантов своего хода, дающих максимальную оценку для n ходов вперед, где n имеет значение, установленное конструктором машины. Этот ход она выбирает как окончательный.

Такая машина будет играть в шахматы не только правильно, но даже и не столь плохо, чтобы это было смешно. Если на какой-либо стадии игры будет возможен мат в два или три хода, то машина сделает этот мат; а если можно избежать мата в два или три хода, то машина избежит его. Она, вероятно, будет выигрывать у бестолкового и невнимательного шахматиста и почти наверное будет проигрывать внимательному и достаточно умелому игроку. Другими словами, машина, вполне возможно, будет играть не хуже, чем огромное большинство человечества. Это не значит, что она дойдет до такой же степени совершенства, как мошенническая машина Мельцеля¹, но тем не менее она может достичь вполне удовлетворительного уровня.

¹ В 1770 г венгерский механик барон Вольфганг фон Кемпелен (1734—1804) построил автомат для игры в шахматы в виде «механического турка», который побеждал даже наиболее сильных игроков. Машина демонстрировалась изобретателем в различных странах Европы и произвела сенсацию. После смерти Кемпелена в 1804 г. ее приобрел австрийский механик Л. Мельцель, изобретатель метронома. Секрет автомата был раскрыт лишь в 1834 г.: внутри стола с шахматной доской, возле которой сидел турок, скрывался

ЧАСТЬ II

IX. ОБ ОБУЧАЮЩИХСЯ
И САМОВОСПРОИЗВОДЯЩИХСЯ МАШИНАХ

К числу явлений, которые мы считаем характерными для живых систем, относится способность обучаться и способность воспроизводить самих себя. Эти свойства, хотя и кажутся различными, тесно связаны между собой. Обучающееся животное — это животное, которое может преобразиться под действием своего прошлого окружения в другое существо и тем самым приспособиться к окружению в течение своей индивидуальной жизни. Размножающееся животное — это животное, которое может создавать других животных по своему подобию, по крайней мере приближенно, хотя подобие и не настолько полно, чтобы они не могли изменяться со временем. Если эти изменения сами окажутся наследуемыми, появляется сырой материал, над которым может работать естественный отбор. Если наследование касается поведения животного, то среди различных распространяющихся типов поведения некоторые окажутся благоприятными для продол-

человек, управляющий его движениями. Разоблачению мнимого автомата посвящена также статья Эдгара По «Шахматный игрок Мельцеля» (1836). В 1836 г. машина была помещена в Китайский музей в Филадельфии, США, где погибла при пожаре в 1854 г. (см.: *Murray H.J.R. History of Chess. Clarendon Press, Oxford, 1913, p. 876—877*). — *Примеч. ред.*

жения существования расы и сохранятся, а другие окажутся вредными и будут устранены. Таким образом, происходит своеобразное расовое, или филогенетическое, обучение, в отличие от онтогенетического обучения индивидуума. И онтогенетическое, и филогенетическое обучение суть методы приспособления животного к окружающей среде.

Обе формы обучения, и в особенности филогенетическое, свойственны не только всем животным, но и растениям — и по существу всем организмам, которые в каком-либо смысле можно считать живыми. Однако значение этих двух форм обучения у различных видов живых существ может весьма различаться. У человека — и в меньшей степени у других млекопитающих — онтогенетическое обучение и индивидуальная приспособляемость достигли высшей точки. По существу, можно сказать, что весьма большая часть филогенетического обучения человека была посвящена созданию возможности хорошего онтогенетического обучения.

Джулиан Хаксли в своем фундаментальном исследовании об уме птиц¹ показал, что у птиц способность к онтогенетическому обучению невелика. То же справедливо для насекомых, и в обоих случаях это может объясняться огромными требованиями, предъявляемыми к индивидууму полетом, и вытекающим отсюда поглощением способностей нервной системы, которые в противном случае могли бы быть применены к онтогенетическому обучению. Как ни сложны формы поведения птиц: полет, ухаживание, забота о птенцах, постройка гнезд, они

¹ *Huxley J. Evolution: The Modern Synthesis. — New York: Harper Bros., 1943.*

выполняются правильно с первого раза, не требуя особого научения от матери.

Вполне уместно посвятить одну из глав этой книги двум взаимосвязанным проблемам: могут ли созданные человеком машины обучаться и могут ли они воспроизводить самих себя? Мы попытаемся показать, что они действительно могут и то и другое, и обрисуем технику обеих активностей.

Более простым из этих двух процессов является обучение, и здесь техническое развитие пошло дальше. Я буду говорить, в частности, об обучении играющих машин, которое дает им возможность совершенствовать свою стратегию и тактику на основании опыта.

Существует признанная теория игр — теория фон Неймана⁴⁰. Она посвящена способу игры, который лучше рассматривать не с начала партии, а с конца. На последнем ходе партии игрок стремится сделать по возможности выигрышный ход, а если нельзя, то, по крайней мере, ход, приводящий к ничьей. На предыдущем этапе его противник стремится сделать ход, препятствующий другому игроку сделать выигрышный или ничейный ход. Если же он сам может сделать выигрышный ход, он делает таковой, и это будет не предпоследний, а последний этап игры. Другой игрок на ходе, предшествующем этому ходу, будет пытаться действовать так, чтобы все усилия его противника не помещали ему закончить партию выигрышным ходом, и т. д.

⁴⁰ *Von Neumann J., Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior. — Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1944.*

Существуют игры, как, например, в крестики и нолики, где вся стратегия известна и такую политику можно проводить с самого начала. Если это возможно, то это явно наилучший способ игры. Но во многих играх, как шахматы и шашки, наше знание недостаточно для полного осуществления подобной стратегии, и тогда мы можем лишь приблизиться к ней. Приближенная теория в стиле фон Неймана, как правило, учит игрока действовать с крайней осторожностью, исходя из допущения, что его противник — совершенный мастер.

Однако такая установка не всегда оправдана. На войне, являющейся родом игры, она, как правило, будет вести к нерешительным действиям, которые во многих случаях будут немногим лучше поражения. Приведу два исторических примера. Когда Наполеон сражался с австрийцами в Италии, его успех был обусловлен отчасти тем, что ему было известно ограниченное и традиционное военное мышление австрийцев. С полным основанием он мог полагать, что они не способны использовать новые, требующие решительных действий методы войны, введенные солдатами французской революции. Когда затем Нельсон сражался с объединенными флотами континентальной Европы, у него было то преимущество, что он командовал флотом, господствовавшим на морях в течение многих лет и выработавшим методы мышления, недоступные, как ему было хорошо известно, для противников. Если бы адмирал вместо того, чтобы полностью использовать это преимущество, действовал осторожно, исходя из допущения, что противник имеет такой же военно-морской опыт, он, возможно, выиграл бы в конце концов войну, но не смог бы одержать столь быструю и реши-

тельную победу и установить непроницаемую морскую блокаду, которая в конечном счете привела к падению Наполеона.

Итак, в обоих случаях руководящим принципом была известная репутация командира и его противников, проявившаяся статистически в их прошлых действиях, а не стремление проводить совершенную игру против совершенного противника. Непосредственное применение метода фон Неймана в этих случаях не принесло бы пользы.

Подобно этому, учебники шахматной теории написаны не с точки зрения фон Неймана. Они представляют собой собрания принципов, извлеченных из практического опыта шахматистов, игравших против других шахматистов высокой квалификации и больших знаний, и устанавливают определенные стоимости или веса, присваиваемые потере каждой фигуры, подвижности, господству над пространством, развитию сил и другим факторам, изменяющимся в ходе партии.

Не очень трудно сделать машины, которые будут играть в шахматы каким-то образом. Простое соблюдение законов игры, при котором делаются лишь разрешенные ходы, легко осуществимо на весьма простых вычислительных машинах. Для этой цели нетрудно приспособить обычную цифровую машину.

Теперь встает вопрос о политике в рамках правил игры. Всякие оценки фигур, господства, подвижности и т. д. внутренне допускают сведение к количественным выражениям, и, когда это сделано, становится возможным применить принципы шахматного учебника, чтобы на каждой стадии найти лучшие ходы. Такие машины созданы, и они

будут играть очень хорошие любительские партии, но пока что не партии на уровне мастера.

Представьте себе, что вы играете в шахматы против такой машины. Чтобы сделать ситуацию справедливой, предположим, что вы играете заочно, не зная, что играете против машин, и, следовательно, без предубеждений. Естественно, как всегда бывает в шахматной игре, вы составите некоторое суждение о шахматной индивидуальности вашего противника. Вы обнаружите, что, когда на доске возникает дважды одно и то же положение, ваш противник будет реагировать каждый раз одинаковым образом, и вы решите, что его поведение весьма негибкое. Если какой-нибудь из ваших приемов достигнет цели, то этот прием всегда будет достигать цели при тех же самых условиях. Поэтому искусному игроку не очень трудно выработать надлежащую линию игры против противника-машины и все время обыгрывать ее.

Однако существуют машины, которые нельзя обыграть так тривиально. Предположим, что машина через каждые несколько игр делает перерыв и использует свои способности для другой цели. На этот раз она не играет с противником, но исследует все предшествующие партии, записанные у нее в памяти, чтобы определить, какие веса различных оценок фигур, господства, подвижности и т. п. приводят чаще всего к выигрышу. Таким образом, она учится не только на своих неудачах, но и на успехах противника. После этого она заменяет свои прежние оценки новыми и начинает играть как другая, лучшая машина. Такая машина уже не будет иметь жесткой индивидуальности, и приемы, бывшие прежде успешными против нее, потерпят в конце концов не-

удачу. Более того, она может с течением времени усвоить нечто из стратегии своих противников.

Все это очень трудно осуществить в шахматах, и на практике метод не был разработан настолько, чтобы создать машину, способную играть в шахматы как мастер. Шашки представляют более легкую задачу. Равноценность фигур значительно уменьшает число рассматриваемых комбинаций. Кроме того, отчасти вследствие этой однородности, шашечная игра гораздо легче делится на отдельные стадии, нежели шахматная. Даже в шашках главная задача эндшпиля уже не в том, чтобы брать фигуры, а в том, чтобы входить в контакт с противником, добиваясь позиций, позволяющих брать фигуры. Оценка ходов в шахматной партии должна делаться независимо на различных стадиях. Не только эндшпиль отличается от миттельшпиля в важнейших отношениях, но и в дебютах выдвижение фигур в положение, обеспечивающее свободу движений для нападения и защиты, имеет гораздо большее значение, чем в миттельшпиле. Поэтому мы даже приблизительно не можем удовольствоваться равномерной оценкой различных весовых факторов для игры в целом, но должны разбить процесс обучения на ряд отдельных стадий. Только тогда можно надеяться на создание обучающейся машины, которая сумеет играть в шахматы как мастер.

В этой книге уже упоминалась, в связи с задачей предсказания, идея сочетать программирование первого порядка, которое может быть в ряде случаев линейным, с программированием второго порядка, в котором для выбора стратегии, применяемой при программировании первого порядка, используется гораздо больший отрезок прошлого. предска-

зывающее устройство использует ближайшее прошлое полета самолета для предсказания будущего при помощи линейной операции; но отыскание правильной линейной операции есть статистическая задача, в которой долгое прошлое этого полета и прошлое многих подобных полетов используются для получения статистической основы.

Статистические исследования, необходимые для того, чтобы черпать из долгого прошлого стратегию, предназначенную для короткого прошлого, являются в высшей мере нелинейными. Так, при использовании для предсказания уравнения Винера — Гопфа¹ коэффициенты уравнения разыскиваются нелинейным методом. В общем случае обучающаяся машина действует при помощи нелинейной обратной связи. Шашечная машина, описанная Сэмюэлом² и Ватанабе³, может выучиться обыгрывать своего программиста вполне закономерным образом после 10—20 рабочих часов программирования.

Философские идеи Ватанабе о применении программирующих машин чрезвычайно интересны. С одной стороны, метод доказательства элементарной геометрической теоремы, оптимальным образом отвечающий определенным критериям изяще-

¹ *Wiener N.* Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications. — New York: The Technology Press of M.I.T. and J. Wiley & Sons, 1949.

² *Samuel A.L.* Some Studies in Machine Learning: Using the Game of Checkers // IBM Journal of Research and Development. 1959. Vol. 3. P. 210—229.

³ *Watanabe S.* Information Theoretical Analysis of Multivariate Correlation // IBM Journal of Research and Development. 1960. Vol. 4. P. 66—82.

ства и простоты, рассматривается Ватанабе как обучение игре, но не против индивидуального противника, а против, так сказать, «полковника Боуги»¹. Другая игра, исследуемая Ватанабе, ведется при логической индукции, когда, желая построить теорию, оптимальную в таком же квазиэстетическом смысле, исходя из оценки экономичности, прямооты и т. п., мы определяем значения конечного числа параметров, оставленных свободными. Несмотря на ограниченность такой логической индуктивной игры, она вполне заслуживает изучения.

Теория играющих машин проливает свет на многие виды борьбы, которые мы обычно не считаем играми. Любопытный пример — борьба мангусты со змеей. Как отмечает Киплинг в «Рикки-Тикки-Тави», мангуста не является невосприимчивой к яду кобры, хотя она до некоторой степени защищена своей жесткой шкурой, которую змее трудно прокусить. По описанию Киплинга, эта борьба — настоящая игра со смертью, состязание в мускульной ловкости и проворстве. Нет основания считать, что у мангусты движения быстрее или точнее, чем у кобры. Тем не менее мангуста почти всегда убивает кобру и выходит из борьбы без единой царапины. Как же ей это удастся?

Я даю здесь объяснение, которое мне кажется верным и которое я составил, когда посмотрел такое сражение, а также кинофильм о других подобных сражениях. Я не гарантирую правильности ни своих наблюдений, ни своих интерпретаций. Ман-

¹ Полковник Боуги (Colonel Bogey) — воображаемый игрок, который всегда играет безупречно (в гольфе). — *Примеч. ред.*

густа начинает с ложного выпада, который вызывает бросок змеи. Мангуста увертывается и делает еще выпад, так что противники действуют в некотором ритме. Но эта пляска не статическая, а постепенно прогрессирующая. Свои выпады мангуста делает все раньше и раньше по отношению к броскам кобры и, наконец, нападает в тот момент, когда кобра вытянулась во всю длину и не может двигаться быстро. На сей раз мангуста не делает ложного выпада, а точным броском прокусывает мозг змеи и убивает ее.

Другими словами, образ действия змеи сводится к одиночным, не связанным между собой броскам, тогда как мангуста действует с учетом некоторого, хотя и не очень большого отрезка всего прошлого хода сражения. В этом отношении мангуста действует подобно обучающейся машине, и действительная смертоносность ее нападения основана на гораздо более высокой организации нервной системы.

Как видно из шедшего несколько лет тому назад фильма Уолта Диснея, нечто очень похожее происходит, когда одна из наших западных птиц, кукушка-подорожник (goad runner), нападает на гремучую змею. Хотя птица сражается клювом и когтями, а мангуста — зубами, их образ действия очень схож. Другой замечательный пример — бой быков. Не нужно забывать, что бой быков не спорт, а игра со смертью, в которой обнаруживается красота переплетающихся, взаимосвязанных движений быка и человека. Честность по отношению к быку здесь неуместна, и мы можем оставить без учета предварительное подстрекание и ослабление быка, имеющие целью довести борьбу до той ступени, где полнос-

тью проявляется взаимодействие схем движений противников. Искусный тореадор имеет большой запас возможных действий, подобных размахиванию плащом, различным уверткам и пируэтам и т. п., которые должны привести быка в позицию, где он, остановившись после броска вперед, вытянулся во всю длину в то самое мгновение, когда тореадор готов вонзить ему шпагу в сердце.

Сказанное выше о борьбе мангусты с коброй или тореадора с быком можно отнести также к физическим состязаниям человека с человеком. Рассмотрим поединок на рапирах. Он состоит из последовательности обманных движений, парирований и выпадов, причем каждый из противников стремится отвести рапиру другого настолько, чтобы иметь возможность попасть в него, не раскрываясь самому и не подвергая себя ответному удару. Точно так же в теннисном чемпионате не достаточно хорошо подать или отбить мяч в каждом отдельном ударе; стратегия игры состоит в том, чтобы рядом отражений последовательных подач постепенно ухудшить положение противника настолько, что в конце концов ему трудно будет отразить мяч как следует.

И эти физические состязания, и игры такого рода, какие мы предполагали для играющих машин, содержат тот же самый элемент обучения через накопление опыта о навыках противника и о своих собственных. То, что верно относительно игр физического столкновения, верно и относительно состязаний, в которых умственный элемент представлен сильнее, таких как война и игры, имитирующие войну, посредством которых наши

штабные офицеры приобретают военный опыт. Это верно как для классической войны на суше и на море, так и для новой, еще не испытанной войны с атомным оружием. Во всех этих столкновениях можно применить некоторую механизацию, аналогичную механизации шашек при помощи обучающих машин.

Самая большая опасность сейчас — Третья мировая война. Заслуживает внимания вопрос: в какой мере эта опасность может корениться в неосмотрительном применении обучающих машин? Много раз я слышал утверждение, что обучающиеся машины не могут подвергнуть нас каким-либо новым опасностям, потому что мы можем выключить их, когда захотим. Но действительно ли можем? Чтобы действительно выключить машину, мы должны получить информацию, что наступило опасное положение. То обстоятельство, что мы создали машину, еще не гарантирует, что мы будем иметь надлежащую информацию для такого вмешательства. Этот вывод уже содержится неявно в утверждении, что шашечная машина может обыграть своего программиста, и притом после очень небольшого времени подлаживания к нему. Кроме того, самое быстрое действие современных цифровых машин может воспрепятствовать нам заметить и продумать признаки опасности.

Мысль о нечеловеческих устройствах, наделенных большим могуществом и большой способностью вести свою политику, и об их опасности не имеет в себе ничего нового. Ново лишь то, что теперь мы располагаем эффективными устройствами такого рода. В прошлом подобные возможности постули-

ровались для методов магии и волшебства, составляющих тему множества легенд и народных сказок. В этих сказках тщательно разбирается моральное положение волшебника. Я уже рассматривал некоторые аспекты легендарной этики волшебства в своей предыдущей книге, озаглавленной «Человеческое использование человеческих существ»¹. Повторю здесь кое-что из сказанного там, чтобы связать это с обучающимися машинами.

Хорошо известна волшебная сказка из стихотворения Гёте «Ученик чародея». В ней чародей оставляет своего ученика и помощника одного, приказав ему принести воды. Ленивый и хитрый юноша поручает эту работу метле, произнеся волшебные слова, слышанные им от учителя. Метла покорно делает за него работу и не хочет остановиться. Юноша едва не тонет. Он обнаруживает, что не выучил или забыл второе заклинание, которое должно остановить метлу. В отчаянии хватает он метлу, переламывает ее о колено и к ужасу своему видит, что обе половины продолжают носить воду. К счастью, прежде чем он погиб, возвращается учитель, произносит Властное Слово, останавливающее метлу, и задает порядочный нагоняй ученику.

В «Тысяче и одной ночи» есть сказка о рыбаке и джинне. Рыбак вытащил сетью кувшин, запечатанный печатью Соломона. В этот сосуд Соломон заключил мятежного джинна. Джинн выходит в виде

¹ Wiener N. The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society. Boston: Houghton Mifflin Co., 1950 (русский перевод: Винер Н. Кибернетика и общество. М.: ИЛ, 1958. — Примеч. ред.).

гигантского облака дыма и говорит рыбаку, что в первые годы своего заточения он хотел вознаградить своего спасителя могуществом и богатством, а теперь решил убить его тут же на месте. К счастью для рыбака, ему удастся уговорить джинна войти опять в бутылку, которую он бросает на дно океана.

Еще страшнее притча об обезьяньей лапе, принадлежащая перу английского писателя начала текущего столетия У.У. Джекобса. Старый, удалившийся на покой английский рабочий сидит за столом с женой и другом, вернувшимся из Индии британским сержантом. Сержант показывает хозяевам талисман в виде высушенной, сморщенной обезьяньей лапы. Один индийский святой человек, хотевший доказать, как безумно искушать судьбу, наделил эту лапу способностью исполнить три желания каждого из трех человек. Солдат говорит, что не знает первых двух желаний первого владельца, но последнее было — смерть. Сам он, объявляет сержант друзьям, второй владелец, по не будет рассказывать о своих страшных переживаниях. Он бросает лапу в огонь, однако его друг спасает лапу и хочет испытать ее силу. Его первое желание — получить 200 фунтов стерлингов. Вскоре раздается стук в дверь, и в комнату входит служащий фирмы, где работает его сын. Отец узнает, что сын убит машиной, но фирма, хотя и отклоняет от себя всякую ответственность, желает предложить отцу вознаграждение в 200 фунтов. Убитый горем, отец называет свое второе желание — чтобы сын вернулся, и когда опять раздается стук в дверь и она открывается, появляется нечто, представляющее собой — об этом много не говорится — призрак

сына. Последнее желание — чтобы призрак удалился прочь¹.

Суть всех этих историй в том, что волшебные силы выполняют все дословно, и если мы просим у них для себя какой-либо дар, мы должны просить то, что нам действительно желательно, а не то, что нам кажется таковым. Новые и реальные силы обучающейся машины также выполняют указания буквально. Если мы программируем машину на победу в войне, то должны ясно представлять себе, как мы понимаем победу. Обучающаяся машина должна программироваться опытом. Единственный опыт ядерной войны, который не приводит сразу же к катастрофе, — это опыт военной игры. Если мы хотим использовать этот опыт как руководство для нашего поведения в действительном кризисе, то ценности победы, которые мы принимали в играх программирования, должны быть теми самыми ценностями, к которым мы стремились бы в глубине души в действительной войне. Ошибка в этом отношении может означать лишь немедленную, полную и окончательную гибель. Мы не можем рассчитывать на то, что машина будет подражать нам в тех предрассудках и эмоциональных компромиссах, благодаря которым мы позволяем себе называть разрушение победой. Если мы требуем победы и не знаем, что под-

¹ Уильям Уимарк Джекобс (1863—1943) ныне забыт, но в 1910—1920-х годах в России издавалось много его переводов. Переведен и этот рассказ, самое известное его произведение. (*Джекобс В.В. Обезьянья лапа: Шесть рассказов.* — СПб.: Акц. о-во типографск. дела, 1912). Любопытно, что Джекобс в целом писатель-юморист. — *Примеч. ред.*

разумеваем под этим, мы встретимся с призраком, стучащимся к нам в дверь.

На этом расстанемся с обучающимися машинами. Теперь следует сказать кое-что о самораспространяющихся машинах. Здесь важны оба слова: «машина» и «самораспространяющаяся». Машина — не только материальная форма, но и средство для достижения определенных целей. И самораспространение — не просто создание осязаемой копии, но и создание копии, способной к тем же самым функциям.

Здесь мыслимы два разных подхода. Один из них, чисто комбинаторный, связан с вопросом: может ли машина иметь достаточно много частей и достаточно сложную структуру, чтобы самовоспроизведение могло быть в числе ее функций? На этот вопрос дал положительный ответ покойный Джон фон Нейман. Другой вопрос касается действительной рабочей процедуры для построения самовоспроизводящихся машин. Здесь я ограничусь одним классом машин, который, хотя и не охватывает всех машин, отличается большой общностью. Я имею в виду нелинейные преобразователи.

Названные машины представляют собой устройства, где входным сигналом служит одна функция времени, выходным — другая. Выходной сигнал полностью определяется прошлым входного сигнала, но, вообще говоря, при сложении входных сигналов соответствующие выходные сигналы не складываются. Такие устройства называются преобразователями. Общим свойством всех преобразователей, линейных или нелинейных, является инвариантность относительно сдвига во времени. Если машина выполняет некоторую функцию, то при сдвиге

входного сигнала назад во времени выходной сигнал сдвигается назад на такой же интервал.

Наша теория самовоспроизводящихся машин основана на некотором каноническом представлении нелинейных преобразователей. Понятия импеданса и адмиттанса, столь необходимые в теории линейных систем, здесь не вполне пригодны. Нам придется сослаться на новые методы получения такого представления, разработанные отчасти мною¹ и отчасти профессором Деннисом Габором² из Лондонского университета.

Хотя методы профессора Габора и мои собственные приводят к построению нелинейных преобразователей, они линейны в том смысле, что выходной сигнал нелинейного преобразователя представляется в них как сумма выходных сигналов комплекта нелинейных преобразователей, на которые подается один и тот же входной сигнал. Указанные выходные сигналы складываются с переменными линейными коэффициентами. Это позволяет нам при расчете и задании нелинейного преобразователя применить теорию линейных разложений. В частности, можно разыскивать коэффициенты составляющих элементов методом наименьших квадратов. Если сюда еще добавить метод статистического усреднения по множеству всех входных сигналов, которые

¹ *Wiener N. Nonlinear Problems in Random Theory. New York: The Technology Press of M.I.T. and John Wiley & Sons, Inc., 1958.*

² Электронные изобретения и их влияние на цивилизацию. Вступительная лекция, 3 марта 1959 г., Имперский колледж естественных и технических наук при Лондонском университете. Англия.

могут поступать в наше устройство, то получится, по существу, один из разделов теории ортогональных разложений. Такую статистическую основу для теории нелинейных преобразователей можно получить фактическим изучением прошлых статистик входных сигналов, используемых в каждом частном случае.

Таковы, в общих чертах, методы Габора. Мои методы по существу аналогичны, но статистическая основа моей работы несколько иная.

Хорошо известно, что электрический ток не является непрерывным, а представляет собой поток электронов, подверженный статистическим отклонениям. Эти статистические флуктуации можно описать достаточно хорошо с помощью теории броунового движения или аналогичной теории дробового эффекта (лампового шума), о которых я собираюсь говорить в следующей главе. Во всяком случае, можно создать прибор, производящий стандартный дробовой шум с весьма специфическим статистическим распределением, и такой прибор выпускается промышленностью. Заметим, что ламповый шум является в некотором роде универсальным входным сигналом, поскольку его флуктуации, если брать их за достаточно долгое время, будут рано или поздно приближаться к любой данной кривой. Для лампового шума существует весьма простая теория интегрирования и усреднения.

С помощью статистик лампового шума легко построить замкнутое множество нормальных и ортогональных нелинейных операций. Если входные сигналы, подвергаемые этим операциям, имеют статистическое распределение, присущее ламповому шуму, то среднее произведение выходных сигналов

двух составляющих элементов нашего нелинейного преобразователя, взятое по статистическому распределению лампового шума, будет равно нулю. Кроме того, средний квадрат выходного сигнала каждого устройства можно нормировать к единице.

Тогда для разложения нелинейного преобразователя общего вида по этим составляющим элементам можно применить известную теорию ортонормальных функций.

Конкретно наши устройства дают выходные сигналы, представляющие собой произведения многочленов Эрмита от коэффициентов Лагерра для прошлого отрезка входного сигнала. Это подробно изложено в моих «Нелинейных задачах в теории случайных процессов».

Конечно, трудно найти среднее непосредственно по множеству возможных входных сигналов. Эта трудная задача становится разрешимой только потому, что дробовые входные сигналы обладают свойством, которое называется метрической транзитивностью или эргодичностью. Любая интегрируемая функция от параметра распределения дробовых входных сигналов имеет почти во всех случаях среднее по времени, равное среднему по множеству. Вследствие этого мы можем взять два прибора, на которые поступает один и тот же дробовой шум, и найти среднее их произведение по всему множеству возможных входных сигналов путем перемножения их выходных сигналов и усреднения полученного произведения по времени. Для всех этих процессов необходимы лишь операции сложения напряжений, перемножения напряжений и усреднения по времени, для которых имеются соответствующие устройства. Фактически для методики

Габора требуются те же устройства, что и для моей методики. Один из его учеников изобрел весьма эффективный и недорогой перемножитель, основанный на пьезоэлектрическом эффекте в кристалле, находящемся в поле двух магнитных катушек.

Итак, любой неизвестный нелинейный преобразователь мы можем имитировать суммой линейных членов, обладающих каждый заданными характеристиками и регулируемым коэффициентом. Коэффициент можно найти как среднее произведение выходных сигналов неизвестного преобразователя и соответствующего известного преобразователя, когда их входы подключены к одному и тому же генератору дробового шума. Более того, вместо того, чтобы считывать результат на шкале прибора и переносить его вручную в соответствующий преобразователь, моделируя устройство по частям, можно без большого труда осуществить автоматический перенос коэффициентов в цепи обратной связи. В итоге нам удалось создать белый ящик, потенциально способный приобрести характеристики любого нелинейного преобразователя, и затем сделать его подобным данному преобразователю — черному ящику, подав на входы приборов одну и ту же случайную функцию и соединив их выходы таким образом, чтобы получить надлежащую комбинацию без всякого вмешательства с нашей стороны.

Я спрашиваю, будет ли это философски очень разниться от того, что происходит в организме, когда ген действует как шаблон, формирующий другие молекулы того же гена из неопределенной смеси аминокислот и нуклеиновых кислот, или когда вирус формирует другие подобные себе молекулы того

же вируса из тканей и соков организма-хозяина. Я совсем не утверждаю, что процессы одинаковы в деталях, но утверждаю, что философски они представляют собой весьма сходные явления.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

*Артуро Розенблют, Норберт Винер
и Джулиан Бигелоу*

ПОВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОСТЬ И ТЕЛЕОЛОГИЯ

Настоящий этюд преследует двоякую цель. Во-первых, определить бихевиористический (поведенческий) метод исследования естественных событий и классифицировать поведение. Во-вторых, подчеркнуть важность понятия целенаправленности.

Пусть дан некоторый объект, относительно отделенный от окружающей среды для своего изучения. Бихевиористический метод состоит в рассмотрении выхода объекта и отношений между выходом и входом. Под выходом понимается любое изменение, производимое объектом в окружении. Под входом понимается любое внешнее к объекту событие, изменяющее любым образом этот объект.

Предыдущая формулировка не содержит никакого упоминания о специфической структуре и внутренней организации объекта. Это принципиальное умолчание, ибо на нем основано различие между бихевиористическим и альтернативным функциональным методом. При функциональном анализе, в противоположность бихевиористическому под-

ходу, главную цель составляет внутренняя организация изучаемого образования, его структура и свойства; отношения между объектом и окружением значат сравнительно мало.

Из такого определения бихевиористического метода вытекает весьма широкое определение поведения. Под поведением понимается любое изменение объекта по отношению к окружающей среде. Это изменение может представлять собой преимущественно выход объекта при минимальном, дальнем или побочном входе; или же оно может быть непосредственно приписано определенному входу. В итоге любое преобразование объекта, заметное извне, может быть отмечено как поведение. Термин был бы поэтому слишком общим, чтобы приносить пользу, если бы не возможность ограничения его соответствующими прилагательными, другими словами, возможность классификации поведения.

Изменения энергии, сопутствующие поведению, дают основание для классификации. Активным поведением является такое, при котором объект служит источником выходной энергии, используемой в данной специфической реакции. Объект может аккумулировать энергию, приносимую дальним или относительно близким входом, но вход непосредственно не возбуждает выхода. При пассивном поведении, напротив, объект не составляет источника энергии; вся энергия в выходе должна быть приписана непосредственно входу (пример — бросание предмета), или же объект способен управлять энергией, остающейся внешней к нему в течение всей реакции (парящий полет птицы).

Активное поведение можно подразделить на два класса: нецеленаправленное (или случайное) и це-

целенаправленное. Термин «целенаправленное» здесь означает, что действие или поведение допускает истолкование как направленное на достижение некоторой цели, т. е. некоторого конечного состояния, при котором объект вступает в определенную связь в пространстве или во времени с некоторым другим объектом или событием. Нецеленаправленным поведением является такое, которое нельзя истолковать подобным образом.

Слова «допускает истолкование», употребленные выше, могут показаться настолько туманными, что все различие теряет смысл. Однако признание, что поведение иногда бывает целенаправленным, — дело неизбежное и полезное, как можно видеть из следующего. В основе понятия целенаправленности лежит представление о нашей «произвольной деятельности». Но целенаправленность произвольных действий — это не вопрос субъективной интерпретации, а физиологический факт. Совершая произвольное действие, мы произвольно выбираем специфическую цель, а не специфическое движение. Так, решив взять стакан с водой и поднести его ко рту, мы не приказываем определенным мышцам сократиться в определенной степени и в определенной последовательности — мы просто задаемся целью, и реакция следует автоматически. Экспериментальная физиология была до сих пор по существу неспособна объяснить механизм произвольной деятельности. Мы осмеливаемся связать эту неудачу с тем обстоятельством, что экспериментатор, раздражающий двигательные области коры головного мозга, отнюдь не воспроизводит произвольной реакции; он задаст эффективные, «выходные» пути, но не задаст цели, как при произвольном движении.

Часто выражался взгляд, что все машины целенаправленны. Это несостоятельный взгляд. Во-первых, можно сослаться на механические устройства типа рулетки для азартной игры, специально созданные для нецеленаправленности. Далее, существуют устройства типа часов, созданные, правда, с определенной целью, но обладающие нецеленаправленным, хотя и регулярным, поведением; в самом деле, нет никакого специфического конечного состояния, к которому стремилось бы движение часов. Подобно этому, хотя ружье можно использовать для вполне определенной цели, целенаправленность не присуща внутренне его действию; возможна случайная пальба, нарочито бесцельная.

Некоторые машины, с другой стороны, внутренне целенаправленны. Возьмем, например, торпеду, снабженную механизмом поиска цели. Для обозначения машин с внутренне целенаправленным поведением был специально выкован термин «сервомеханизм».

Эти соображения показывают, что, хотя определение целенаправленного поведения остается относительно смутным и лишенным точного операционального значения¹, самое понятие целенаправленности полезно и заслуживает сохранения.

Целенаправленное активное поведение можно подразделить на два класса: «с обратной связью» (или «телеологическое») и «без обратной связи» (или «нетелеологическое»). Выражение «обратная связь» употребляется инженерами в двух различ-

¹ Операциональное определение понятия — определение, допускающее точную проверку через эксперименты или измерение. — *Примеч. ред.*

ных смыслах. В широком смысле оно означает, что часть выходной энергии аппарата или машины возвращается как вход; примером может служить электрический усилитель с обратной связью. Обратная связь в этих случаях положительна: часть выхода, снова поступающая в объект, имеет тот же знак, что и первоначальный входной сигнал. Положительная обратная связь прибавляется к входным сигналам, она не корректирует их. Термин «обратная связь» применяется также в более узком смысле для обозначения того, что поведение объекта управляется величиной ошибки в положении объекта по отношению к некоторой специфической цели. В этом случае обратная связь отрицательна, т. е. сигналы от цели используются для ограничения выходов, которые в противном случае шли бы дальше цели. Это второе значение термина «обратная связь» и имеет-ся здесь в виду.

Можно считать, что всякое целенаправленное действие требует отрицательной обратной связи. Если цель должна быть достигнута, то в какой-то момент необходимы сигналы от нее, чтобы направить поведение. Под поведением без обратной связи понимается такое, при котором сигналы от цели не изменяют деятельности объекта в процессе поведения. Так, можно послать машину сразить светящийся объект, хотя машина может быть нечувствительна к свету. Подобно этому змея может броситься на лягушку или лягушка — на муху, не получая зрительных или иных впечатлений от жертвы после начала движения. Действительно, движение в этих случаях происходит настолько быстро, что нервные импульсы едва ли имеют время сформироваться в сетчатке глаза, дойти до центральной нервной сис-

темы и возбудить новые импульсы, которые бы своевременно достигли мышц для эффективной перемены поведения.

В противоположность рассмотренным примерам поведение некоторых машин и некоторые реакции живых организмов включают в себя непрерывную обратную связь от цели, изменяющую и направляющую действующий объект. Этот тип поведения эффективнее, чем предыдущий, особенно когда цель нестационарна. Но управление с непрерывной обратной связью способно привести к весьма неуклюжему поведению, если обратная связь плохо демпфирована и для некоторых частот колебаний вместо отрицательной становится положительной. Предположим, например, что построена машина для поражения движущейся светящейся цели; траектория, описываемая машиной, регулируется направлением и силой света от цели. Предположим, что следуя движению цели в определенном направлении, машина далеко проскочит за цель и что будет приложено чрезмерно большое усилие, чтобы развернуть машину в противоположном направлении. Если это движение вновь промахнется, начнется серия все более сильных колебаний и машина упустит цель.

Эта картина последствий недемпфированной обратной связи удивительно напоминает то, что наблюдается при выполнении произвольного действия больным, у которого поврежден мозжечок. В состоянии покоя субъект не обнаруживает заметного двигательного расстройства. Если, однако, попросить его поднести ко рту стакан с водой, то рука, несущая стакан, будет совершать по мере приближения к цели серию колебательных движений возрас-

тающей амплитуды; в результате вода расплещется, и намерение не будет осуществлено. Этот симптом типичен для расстроенной моторики больных с мозжечковым заболеванием. Аналогия с поведением машины, наделенной недемпфированной обратной связью, столь очевидна, что мы решаемся видеть главную функцию мозжечка в регулировании нервных механизмов обратной связи, участвующих в целенаправленной двигательной активности.

Целенаправленное поведение с обратной связью можно опять подразделить. Оно может быть экстраполирующим (предсказывающим) или неэкстраполирующим (непредсказывающим). Реакции одноклеточных организмов, так называемые тропизмы, дают примеры непредсказывающего поведения. Амеба просто следует за источником, на который она реагирует; нет никаких данных о том, что она экстраполирует его траекторию. С другой стороны, предсказывающее поведение животных — самая обыкновенная вещь. Кошка, начинающая преследование бегущей мыши, не бежит прямо к месту, где мышь в данный момент находится, а движется к экстраполированному будущему положению. Не составит также труда найти примеры предсказывающих и непредсказывающих сервомеханизмов.

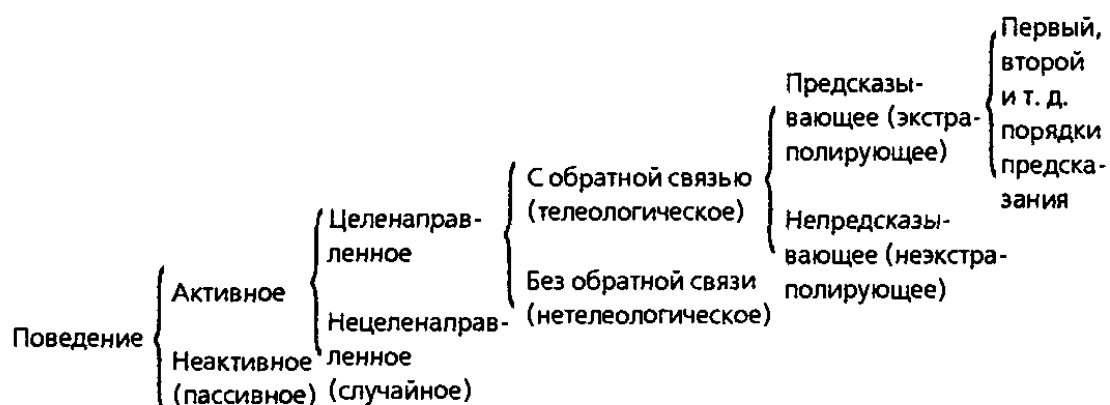
Предсказывающее поведение можно подразделить на различные порядки. Кошка, охотящаяся за мышью, — пример предсказания первого порядка; она предсказывает только мышиный путь. Бросание камня в движущуюся мишень требует предсказания второго порядка; здесь необходимо предвидеть пути мишени и камня. Примером предсказания более высокого порядка является стрельба из рогатки или лука.

Предсказывающее поведение требует различения по меньшей мере двух координат: оси времени хотя бы одной пространственной оси. Предсказание, однако, будет эффективнее и гибче, если действующий объект способен реагировать на изменения более чем в одной пространственной координате. Чувствительные рецепторы организма или соответствующие им элементы машины могут поэтому ограничивать предсказывающее поведение. Так, собака-ищейка идет по следу; предсказывающее поведение ей недоступно, потому что химический, обонятельный вход приносит только пространственную информацию — расстояние, указываемое силой запаха. Внешние изменения, способные возбуждать слуховые или, еще лучше, зрительные рецепторы, допускают более точную пространственную локализацию; отсюда возможность более эффективных предсказывающих реакций при действии входа на эти рецепторы.

Способность к предсказывающим действиям встречает, помимо того, ограничения во внутренней организации действующего объекта. Так, машина, предназначенная для предсказывающего слежения за подвижной светящейся целью, должна не только быть чувствительна к свету (например, через приданный ей фотоэлемент), но и обладать структурой, пригодной для расшифровки светового входа. Представляется вероятным, что ограничения внутренней организации, особенно организации центральной нервной системы, определяют сложность предсказывающего поведения, которой может достичь млекопитающее. Так, можно подумать, что нервная система крысы или собаки не позволяет им осуществлять интеграцию входа и выхода, необходимую для

предсказывающей реакции третьего или четвертого порядка. Действительно, одна из особенностей скачка, наблюдаемого при сравнении человека с другими высшими млекопитающими, заключается, по-видимому, в том, что последние способны лишь к предсказывающему поведению низшего порядка, тогда как человек потенциально способен к весьма высоким порядкам предсказания.

Ниже приводится таблица предлагаемой классификации поведения:



Нетрудно видеть, что каждая из дихотомий произвольно выделяет одну черту, признаваемую интересной, оставляя аморфный остаток — не-класс. Очевидно также, что критерии отдельных дихотомий разнородны. Понятно поэтому, что существует много других линий классификации, независимых от рассмотренных. Так, можно разделить поведение в целом или внутри каждой из табличных групп на линейное (выход пропорционален входу) и нелинейное. Для многих целей было бы полезно деление на непрерывное и дискретное поведение. Различные степени свободы, свойственные поведению, также могут служить основанием систематизации.

Классификация, представленная в предыдущей таблице, была выбрана по нескольким причинам. Она приводит к выделению класса предсказывающего поведения — особо интересного класса, ввиду открывающейся возможности систематизировать все более сложные критерии поведения организмов. Она делает упор на понятиях целенаправленности и телеологии, понятиях, как мы видели, большого значения, хотя и дискредитированных сегодня. Наконец, она показывает, что единообразный бихевиористический анализ применим как к машинам, так и к живым организмам, независимо от сложности поведения.

Иногда утверждалось, что конструкторы машин просто пытаются воспроизводить действия живых организмов. Это некритическое мнение. В том, что поведение некоторых машин являет грубое сходство с реакциями организмов, нет ничего необычайного. Поведение животных включает много разновидностей всех возможных способов поведения, а изобретенные до сих пор машины еще очень далеки от исчерпания всех этих возможностей. Отсюда значительное перекрытие двух названных областей поведения. Нетрудно, однако, найти примеры созданных человеком машин, поведение которых превосходит человеческое поведение. Взять хотя бы машины с электрическим выходом; ведь люди в отличие от электрических рыб неспособны к испусканию электричества. Еще лучше, пожалуй, пример радио: не известно ни одного животного, которое обладало бы способностью к генерации коротких волн, даже если принимать всерьез так называемые опыты по телепатии.

Дальнейшее сравнение животных организмов и машин приводит к следующим выводам. В настоя-

щее время методы изучения обеих групп подобны. Будут ли они столь же близки всегда, зависит, по всей видимости, от существования или несуществования качественно особых, уникальных характеристик, свойственных одной группе и отсутствующих у другой. Покамест таких качественных различий не обнаружено.

Общие классы поведения одинаковы для машин и для живых организмов. Специфические, узкие классы могут принадлежать исключительно одной или другой группе. Так, никакая из существующих машин не могла бы написать санскрито-мандаринский словарь¹. С другой стороны, мы не знаем ни одного живого организма, который бы катился на колесах; представим себе, каковы бы были последствия, если бы инженеры настаивали на копировании живых организмов и вместо колес снабжали бы свои локомотивы руками и ногами!

В то время как бихевиористический анализ машин и живых организмов в основном единообразен, функциональное исследование их обнаруживает глубокие различия. Структурно организмы по преимуществу коллоидальны и содержат главным образом белковые молекулы — большие, сложные и анизотропные; машины чаще всего металлические и содержат главным образом малые молекулы. С энергетической точки зрения машины обыкновенно отличаются высокими разностями потенциалов, обеспечивающими быструю мобилизацию

¹ «Мандаринский язык» — старое название северного (пекинского) диалекта китайского языка. — *Примеч. ред.*

энергии; в организмах энергия распределена равномернее и не очень мобильна. Так, в электрических машинах проводимость большей частью электронная, тогда как в организмах электрические изменения обыкновенно ионные.

В машинах широта и гибкость достигаются в основном умножением эффектов во времени; легко получаются и используются частоты в миллион герц и выше. В организмах правилом является не временное, а пространственное умножение; временные достижения бедны — самые быстрые нервные волокна могут проводить только около тысячи импульсов в секунду; пространственное же умножение обильно и изумительно в своей компактности. Это различие хорошо иллюстрируется сравнением телевизора и глаза. Телевизор можно рассматривать как одноколбочковую сетчатку; образы формируются разверткой, т. е. регулярным последовательным детектированием сигнала со скоростью около 20 миллионов в секунду. Развертка — это процесс, который редко, если когда-либо вообще, встречается в организмах, требуя высоких частот для эффективного осуществления¹. Глаз же использует пространственный умножитель. Вместо единственной колбочки телевизора мы находим в человеческом глазу около шести с половиной миллионов колбочек и около ста пятнадцати миллионов палочек.

¹ Позже, в связи с исследованием альфа-ритма, Винер пришел к мысли о наличии в зрительном механизме мозга групповой развертки («Кибернетика», гл. VII). — *Примеч. ред.*

Если бы инженеру пришлось конструировать робота, грубо подобного по своему поведению некоторому живому организму, то сегодня он не стал бы обращаться для этого к белкам и иным коллоидам. Он, вероятно, построил бы его из металлических частей, диэлектриков и многочисленных электронных ламп. Движения робота могли бы быть гораздо быстрее и сильнее соответствующих движений первоначального организма. Зато обучение и память оставались бы весьма рудиментарными. В будущие годы, когда знание коллоидов и белков возрастет, будущие инженеры смогут взяться за конструирование роботов, подобных тому или иному млекопитающему не только по поведению, но и по структуре. Окончательной моделью кошки может быть только другая кошка, рождена ли она еще от одной кошки или же синтезирована в лаборатории.

В нашей классификации поведения термин «телеология» употреблялся как синоним «целенаправленности, управляемой обратной связью». В прошлом телеологию толковали как нечто предполагающее цель и часто добавляли сюда смутное понятие «конечной причины». Это понятие конечных причин вызвало противопоставление телеологии и детерминизма. Обсуждение причинности, детерминизма и конечных причин не входит в нашу задачу. Можно отметить, однако, что целенаправленность, как она здесь была определена, совершенно не зависит от причинности, начальной или конечной. Телеология была дискредитирована главным образом потому, что при прежнем ее определении причина должна следовать во времени за действием. Однако с крушением этого аспекта телеологии

было, к сожалению, отказано в признании и всякой целенаправленности. Мы видим в целенаправленности понятие, необходимое для познания некоторых определенных способов поведения, и считаем, что телеологический подход полезен, если только не касаться проблем причинности и довольствоваться исследованием целенаправленности как таковой. Мы ограничили содержание телеологического поведения, прилагая последнее наименование лишь к таким целенаправленным реакциям, которые управляются ошибкой реакции, т. е. разностью между состоянием действующего объекта в данный момент и конечным состоянием, принимаемым за цель. Тем самым телеологическое поведение становится равнозначным поведению, управляемому отрицательной обратной связью, и, теряя соответственно в широте, выигрывает как понятие в точности.

Согласно этому узкому определению, телеология противоположна не детерминизму, а не-телеологии. Как телеологические, так и не-телеологические системы будут детерминистическими, коль скоро рассматриваемое поведение относится к области, где детерминизм вступает в силу. Понятие телеологии имеет с понятием причинности лишь один общий элемент — ось времени. Но причинность означает одностороннюю, относительно необратимую функциональную зависимость, тогда как телеология связана с поведением — не с функциональными зависимостями.

*Гарвардская медицинская школа
и Массачусетский
технологический институт*

ПРИЛОЖЕНИЕ II

*Норберт Винер*МАШИНА УМНЕЕ СВОЕГО СОЗДАТЕЛЯ¹

Последние десять лет были свидетелями появления нового взгляда на технику связи и на автоматы как устройства связи. Прделанную здесь работу можно уже разделить на два этапа. Первым из них был тот, на котором фигурировала моя собственная работа и на котором Клод Шеннон — один из наиболее оригинальных исследователей в этой области — направил усилия на прояснение самого понятия связи, на теорию и практику измерения связи, на анализ управления как явления по существу одной природы со связью и вообще на грамматику новой науки, которую я назвал кибернетикой.

Работа д-ра Эшби представляет раздел кибернетики, зародившийся еще на заре науки и посвященный не столько элементарным вопросам дефиниции

¹ *Wiener N. A Machine Wiser Than Its Maker // Electronics. 1953. Vol. 26. № 6. P. 368—374.* Этот этюд Винера является откликом на книгу английского ученого У.Р. Эшби «Конструкция мозга», вышедшую в 1952 г. и составившую важный этап в формировании кибернетики (*Ashby W.R. Design for a Braian. — New York: John Wiley & Sons, 1952; русский перевод со 2-го англ. изд.: Эшби У.Р. Конструкция мозга. М.: ИЛ, 1962*). Впоследствии Эшби написал «Введение в кибернетику» (*Ashby W.R. An Introduction to Cybernetics. — London: Chapman & Hall, 1956; русский перевод: Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: ИЛ, 1958*). — *Примеч. ред.*

и словаря, сколько тем вопросам философии предмета, которые затрагивают специфические свойства кибернетических систем и которые, хотя и связаны с определениями, являются вопросами фактов и логики и далеко выходят за рамки определений.

К вопросам, исследуемым д-ром Эшби, принадлежат, в частности, следующие: что такое обучение? должна ли способность к обучению вкладываться в машину посредством некоторой весьма специфической организации или явления обучения может обнаруживать машина с организацией, в значительной мере случайной? может ли машина быть умнее своего создателя?

Все эти вопросы можно ставить в двух различных планах. В плане чисто биологическом подобные рассуждения занимал биологов с тех пор, как биология вышла из стадии чисто теологических обоснований; они касаются самой сущности проблем эволюции, особенно дарвиновской эволюции через естественный отбор. В плане механическом эти проблемы возникают по поводу гораздо более ограниченных машин, которые создает человек, и условий, которым он должен подчиняться, сознательно присваивая себе функции демиурга.

МАШИНЫ, СОЗДАВАЕМЫЕ ЧЕЛОВЕКОМ, И МАШИНЫ, СОЗДАВАЕМЫЕ ПРИРОДОЙ

Вполне признавая большую эффективность и приспособляемость структуры и действия природных машин по сравнению с машинами рукотворными, необходимо в то же время отметить, что эти вторые внесли в арсенал науки новое оружие как для есте-

ственного эксперимента, так и для мысленного. Роль их сходна с ролью плодовой мушки — дрозофилы. Последняя как будто нарочно была создана для того, чтобы превратить генетику из науки вековых наблюдений, какой она была бы неизбежно в случае ограничения наблюдениями над человеком и крупными домашними животными, в науку, совместимую с пространственными и временными ограничениями небольшой биологической лаборатории. Точно так же машины, созданные человеком, обещают свести наше изучение биологических процессов обучения и приспособления, индивидуального развития и эволюции к такому масштабу, при котором мы сможем разбирать эти зыбкие понятия с уверенностью и точностью, сравнимой с тем, что мы имеем в физической и технической лабораториях. Среди ученых, которые не только говорят об этих вещах, но и действительно что-то делают, д-р Эшби занимает одно из ведущих мест.

Главная идея естественного отбора, примененная Даренном к теории эволюции, заключается в том, что земная флора и фауна состоят из форм, которые дошли до нас просто как остаточные формы, а не в силу какого-либо прямого процесса стремления к совершенству. Это не кусок мрамора, превращающийся в совершенное изваяние под руками художника-творца, а скорее один из тех изваянных ветром столбов песчаника, которые украшают каньоны штата Юта. Случайные процессы эрозии, соединяясь, образовали эти каменные столбы, имеющие вид замков и памятников и даже фигур людей и животных. Но их красота и образность не такие, как красота и образность картины, а такие, как у роршаховских пятен, — иными словами, не

для глаза художника, а для глаза зрителя. Подобно этому, кажущаяся теодицея, на которую намекает великолепие и разумность бесконечно сложного царства природы, представляет собой, согласно дарвинизму, лишь то, что осталось после случайного процесса роста и изменения, когда более мягкие и менее прочные проявления разрушились под действием песка времени и под бременем собственной слабости.

УСТОЙЧИВОСТЬ — ХАРАКТЕРИСТИКА МИРА

Природа располагает еще одним способом демонстрации остаточных форм, родственным естественному отбору, но с иным акцентом. Со времени открытий супругов Кюри мы знаем, что атомы некоторых элементов испытывают прогрессивный метаморфоз. Если взять атом радия, то рано или поздно с ним обязательно произойдет метаморфоз, при котором он начинает испускать радиевые эманации. Мы не можем сказать, когда произойдет это превращение, ибо, по всей видимости, оно происходит случайно. Но мы можем сказать, что через некоторое время, называемое временем полураспада радия, вероятность того, что превращение произошло, будет равна одной второй.

Но радиоактивные элементы испытывают не одно-единственное превращение, а целую серию последовательных превращений в другие элементы, и каждое из них имеет свое время полураспада. Про элементы с большим временем полураспада можно сказать, что они устойчивы, про элементы с малым временем полураспада — что они неустойчивы.

Если проследить теперь какой-нибудь элемент в его превращениях, то, как правило, он будет существовать длительное время в виде элементов с большим периодом полураспада и короткое время — в виде элементов с малым периодом полураспада.

В результате, наблюдая процесс очень долго, мы найдем, что элементы с большим периодом полураспада встречаются чаще, чем элементы с малым периодом полураспада. Это значит, что исследование, исходящее из частоты наблюдаемых элементов и не прослеживающее судеб единичного атома, легко упускает высокорadioактивные материалы с малым периодом полураспада. Отсюда мы видим, что устойчивость свойственна большей части мира. Таким образом, отсутствие неустойчивых форм, которое мы обнаруживаем в биологических рядах вследствие их неспособности выживать в борьбе за существование, наблюдается в эволюции радиоактивных элементов потому, что неустойчивые формы проходят столь быстро, что мы не замечаем их в той же степени, как замечаем формы более устойчивые.

Одним из следствий подобного статистического преобладания устойчивости во вселенной является то обстоятельство, что мы знаем очень мало о происходящем в критические периоды неустойчивости. Возьмем, например, хорошо известный эффект, открытый Артуром Комптоном: при столкновении фотона с электроном оба отскакивают в направлениях, которые определяются лишь статистически. Существует по меньшей мере подозрение, что на самом деле электрон и фотон, первоначально не соединенные, вступают здесь в соединение на слишком короткий промежуток времени, чтобы мы мог-

ли определить действительный ход событий, и что затем они выходят из этого соединения через все более слабые соединения, каждое из которых протекает по-своему. Некоторые физики, например Вом, высказывали предположение, что действительный ход событий не является столь неопределенным, но что в течение того ничтожного промежутка времени, когда частицы находятся вместе, имеет место очень сложная последовательность событий, определяющая их дальнейшее поведение. Если это верно, то значительная часть важнейших физических явлений нам не известна, ибо мы проходим сквозь них слишком быстро и не умеем их регистрировать.

Из этих двух видов естественного отбора: через разрушение непригодного и через слишком поспешное прохождение по неустойчивому — последний есть единственно возможный при явлениях сохранения, препятствующих простому устранению неустойчивого, Эшби рассматривает весьма сложные машины, в которых элементы соединены между собой более или менее случайным образом, так что мы знаем кое-что о статистике соединений и очень мало о деталях таковых. Машины эти, вообще говоря, разрушаются очень быстро, если не вводить в них предохранительных элементов, наподобие амплитудных ограничителей в электрических схемах. Действие таких ограничителей придает системе некоторую консервативность. Поэтому машины Эшби стремятся проводить большую часть своего существования в относительно устойчивых состояниях, а их неустойчивые состояния, хотя и существуют, но так ограничены во времени, что очень мало проявляются при статистическом изучении системы.

Следует помнить, что в явлениях жизни и поведения нас интересуют относительно устойчивые, а не абсолютно устойчивые состояния. Абсолютная устойчивость достижима лишь при очень больших значениях энтропии и по существу равносильна тепловой смерти. Если же система ограждена от тепловой смерти условиями, которым она подчинена, то она будет проводить большую часть своего существования в состояниях, которые не являются состояниями полного равновесия, но подобны равновесным. Иными словами, энтропия здесь не абсолютный, а относительный максимум или, по крайней мере, изменяется очень медленно в окрестностях данных состояний. Именно такие квазиравновесные — не истинно равновесные — состояния связаны с жизнью и мышлением и со всеми другими органическими процессами.

МАШИНЫ С ГЛАЗАМИ И УШАМИ?

Мне кажется, будет вполне в духе д-ра Эшби сказать, что эти квазиравновесные состояния, как правило, суть состояния, при которых имеет место относительно слабый обмен энергией между системой и окружающей средой, но зато относительно большая информационная связь между ними. Системы, рассматриваемые д-ром Эшби, имеют глаза и уши и таким путем получают сведения для приспособления к внешней среде. Они приближаются к автоматам по своему внутреннему энергетическому балансу, но очень далеки от них по своему внешнему энтропийному, или информационному, балансу. Поэтому равновесие, к которому они стремятся, — это

равновесие, при котором они хорошо приспособлены к изменениям во внешней среде и в известной степени нечувствительны к таким изменениям. Они находятся в состоянии частичного гомеостаза.

Д-р Эшби конструирует свой гомеостат как прибор, имеющий именно такую связь со внешней средой и обнаруживающий некоторую случайность во внутреннем строении. Такая машина в известной степени может обучаться, т. е. приспособляться формами своего поведения к устойчивому равновесию с окружением. Однако реальные гомеостаты, разработанные пока д-ром Эшби, хотя и способны поглощать информацию из окружения, содержат в своем внутреннем строении количество информации и решений, заведомо превосходящее то, которое проходит через их, так сказать, органы чувств. Короче говоря, эти машины могут обучаться, но они отнюдь не умнее своих создателей или примерно столь же умны. Тем не менее д-р Эшби полагает, что можно действительно создать машины, которые были бы умнее своих создателей; и в этом я с ним совершенно согласен. Количество информации, которое может воспринимать через свои органы чувств прибор, нельзя априори ограничивать теми значениями, при которых требуется не больше решений, чем уже было заложено в структуру прибора. Обыкновенно способность системы поглощать информацию растет на первых порах довольно медленно по сравнению с количеством информации, заложенной в нее. И лишь после того, как заложенная информация перейдет за некоторую точку, способность машины поглощать дальнейшую информацию начнет догонять внутреннюю информацию ее структуры. Но при некоторой степени сложности приоб-

ретенная информация может не только сравняться с той, которая была первоначально заложена в машину, но и далеко ее превзойти, и с этой стадии сложности машина приобретает некоторые из существенных характеристик живого существа.

НЕОБХОДИМА СЛОЖНОСТЬ

Рассматриваемая ситуация допускает любопытное сравнение с атомной бомбой, с атомным реактором или с огнем в очаге. Если вы попытаетесь построить атомный реактор или атомную бомбу слишком малых размеров или зажечь большое дубовое полено одной спичкой, вы убедитесь, что всякая запущенная вами атомная или химическая реакция угаснет, как только будет удален ее возбудитель, и никогда не будет расти или оставаться на одном уровне. Лишь когда воспламенитель достигнет определенной величины, или в атомном реакторе соберется определенное количество молекул, или масса изотопа урана достигнет определенного взрывного размера, положение изменится, и мы увидим не только мимолетные и неполные процессы. Точно так же действительно существенные и активные явления жизни и обучения начинаются лишь после того, как организм достигнет некоторой критической степени сложности; и хотя эта сложность, вероятно, достижима при помощи чисто механических, не слишком трудных средств, тем не менее потребуются предельное их напряжение.

Из этого разбора, посвященного лишь некоторым идеям книги д-ра Эшби, можно заключить, что она открывает нам широкий взгляд на новые рубе-

жи мысли. Д-р Эшби, хотя в сущности и обладает сильным математическим воображением, не является в полном смысле профессиональным математиком, и поэтому профессиональным математикам надлежит осуществить многие из набросанных им идей. Он не причисляет себя к профессиональным математикам, но он, несомненно, обладает принципиальностью и талантом, и книгу его надо читать как один из первых плодов на ниве, заслуживающей усердного возделывания.

КИБЕРНЕТИКА И ЧЕЛОВЕК

(ИНТЕРВЬЮ ДЛЯ СОВЕТСКОГО ЖУРНАЛА
«ПРИРОДА»)¹

Вопрос. Каково Ваше мнение относительно возможности развития математики при помощи машин? Можем ли мы ожидать, что таким путем будут открыты новые теоремы или созданы новые доказательства уже существующих?

Ответ. В настоящее время уже созданы такие машины, которые не только производят сложные вычислительные операции, но также способны про-

¹ См.: Природа. 1960. № 8. С. 68—69, в разделе «Наши интервью». Летом 1960 г. в Москве состоялся I конгресс Международной федерации по автоматическому управлению (International Federation of Automatic Control, отсюда сокращение ИФАК), в котором принимали участие ученые из многих стран. В числе американских делегатов был и Норберт Винер. Во время своего пребывания в Москве Винер дал ряд интервью, в частности настоящее интервью сотруднику журнала «Природа». — *Примеч. ред.*

верить и исправлять программу, составленную для этих машин. Можно поэтому сказать, что такие машины, в прямом смысле этого слова, сами себя обучают. Ныне идет работа по созданию таких машин, которые имеют возможность сами открывать новые теоремы из области геометрии или логики. В таком направлении работает, например, д-р Соломон из фирмы ИБМ. Принцип действия таких машин заключается в том, что различные доказательства связываются между собой на основе некоторых заранее установленных критериев. Машина сохраняет только те доказательства, которые этим критериям лучше других соответствуют, и отбрасывает все остальные. Здесь возникает важная проблема, которая интересна с философской стороны. А именно: какое соотношение существует между индуктивной и дедуктивной логикой?

Обычно новые теоремы или новые доказательства известных теорем сначала формулируются индуктивным путем, а затем доказываются строго логически, т. е. дедуктивно. В этом направлении работает известный японский математик Ватанабе. Он исходит из общих гипотез, справедливость которых может быть оценена при помощи чисел. Применяя этот метод, Ватанабе, сравнивая гипотезы, в состоянии выбрать те, которые соответствуют данному предположению и которые справедливы также в других аналогичных случаях. Данная ситуация очень похожа на ту, которая возникает при определении оптимальной стратегии в теории игр.

Тут появляется то парадоксальное обстоятельство, что, применяя в этих целях вычислительные машины, мы решаем проблемы индуктивной логики

при помощи дедуктивной. Этот метод очень важен потому, что он дает нам представление о том, как у человека происходит процесс индукции. Обычно принимается, что индукция по существу состоит в выборе правильного результата из бесконечного числа возможностей. Однако на практике оказывается, что выбор ограничивается только конечным числом возможностей и, что самое удивительное, это число очень мало. Осознание данного факта имеет большое практическое значение.

Вопрос. Известно, что у живых организмов существуют функции, которые с успехом используются в технических устройствах, например принцип обратной связи в автоматике. Каково Ваше мнение, есть ли еще какие-нибудь принципы такого рода?

Ответ. Наши нынешние автоматические машины отличаются тем, что они могут правильно работать лишь в том случае, если они получают от человека необходимую им информацию и в самой точной форме. Это означает, что характер информации, вводимой в машину, в общем смысле должен быть точно и заранее известен человеку. Живые организмы, наоборот, развивают необходимую им информацию благодаря постоянному взаимодействию с природой. Это означает, что возникновение информации в живых организмах есть исторически развивающийся процесс. Мне бы хотелось еще раз подчеркнуть, что речь здесь идет именно о взаимодействии и обмене с окружающей средой. Можно сказать, что живые организмы сами себя организуют. Как уже было показано в моих работах, о которых я рассказывал на докладе в Политехническом музее в Москве, такие явления само-

организации имеют место и в технических устройствах. Примером могут служить электрические генераторы, имеющие несколько различных частот; будучи укрепленными на одной оси, они автоматически принуждаются генерировать на вполне определенной резонансной частоте.

Как показал недавно состоявшийся в Москве I конгресс ИФАК, человек в настоящее время уже в состоянии конструировать такие самоорганизующиеся машины. Это представляет собой новую главу в истории техники.

Вопрос. Успехи кибернетики настолько значительны, что в последнее время появились суждения о том, что машина якобы может полностью заменить человека. Каково Ваше мнение по этой проблеме?

Ответ. Различие между человеком и машиной, прежде всего, заключается в том, что в организме человека число элементов по порядку величин во много раз больше, чем обладает машина. Из этого непосредственно вытекает, что организация элементов в организме настолько сложна, что при помощи наших современных логических средств мы не можем еще овладеть этой сложностью. Я бы даже не решился сейчас дать определение понятия «сложность».

Помимо этого количественного различия существует еще качественное отличие. Преимущество человека состоит в его гибкости, в его умении работать с неточными идеями. Это означает, что человек обладает фантазией, другими словами, он создает понятие. Преимущества машин — в скорости и точности.

В некоторых странах, в том числе в США, заметна тенденция к «обожещению» машин, к попытке

приписать им такие возможности, которыми они в действительности не обладают. В этом заключается большая опасность.

Далее, наши машины нуждаются в программах. Эти программы могут, правда, быть составлены другими машинами, однако для этих машин программу должен опять-таки составить человек. Данную мысль можно продолжить — это означает, что подвижна сама граница между машиной и организмом, и ответ на вопрос, какой сложности могут быть построены машины, даст только опыт.

Однако при конструировании новых машин мы всегда должны сознавать, какие возможны последствия от их применения. Программы для этих машин должны быть всегда заранее точно определены, в противном случае могут быть не только положительные, но и вредные последствия. Если последствия не будут точно известны, то может произойти то, о чем говорится в известной английской сказке, которую я обычно при рассмотрении этого вопроса привожу. Один человек стал обладателем талисмана, с помощью которого могло быть выполнено любое его желание. Однако какой ценой он должен был заплатить за такое благо, было ему неизвестно. Когда он однажды получил с помощью своего талисмана большую сумму денег, то оказалось, что он должен был за это пожертвовать жизнью любимого сына...

Исполнение желания имеет свои хорошие и дурные последствия. То же относится и к новым автоматам. Применение их может иметь либо хорошие, либо плохие результаты. Какие именно получатся — это зависит от людей.

МАШИНЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬНЕЕ ЛЮДЕЙ?

(ИНТЕРВЬЮ ДЛЯ ЖУРНАЛА
«ЮНАЙТЕД СТЭЙТС НЬЮС ЭНД УОРЛД РИПОРТ»)¹

Вопрос. Д-р Винер, существует ли опасность, что машины — вычислительные машины — когда-нибудь возьмут верх над людьми?

Ответ. Такая опасность несомненно существует, если мы не усвоим реалистического взгляда на вещи. Собственно говоря, это опасность умственной лени. Некоторые так сбиты с толку словом «машина», что не представляют себе, что можно и чего нельзя делать с машинами и что можно и чего нельзя оставить человеку.

Вопрос. Существует ли тенденция придавать чрезмерное значение применению вычислительных машин?

Ответ. Существует культ техники. Люди заморожены техникой. Машины предназначены для службы человеку, и если человек предпочитает передать весь вопрос о способе их употребления машине, из-за слепого машинопоклонства или из-за нежелания принимать решения (назовете ли вы это ленью или трусостью), тогда мы сами напрашиваемся на неприятности.

Вопрос. Согласны ли Вы с прогнозом, который мы иногда слышим, что дело идет к созданию машин, которые будут изобретательнее человека?

¹ Machines Smarter than Men? Interview with Dr. Norbert Wiener, Noted Scientist // U.S. News & World Report. 1964. Feb. 24. P. 84—86

Ответ. Осмелюсь сказать, что если человек не изобретательнее машины, то это уже слишком плохо. Но здесь нет убийства нас машиной. Здесь просто самоубийство.

Вопрос. Действительно ли машины обнаруживают тенденцию становиться сложнее, изобретательнее?

Ответ. Мы делаем сейчас гораздо более сложные машины и собираемся в ближайшие годы делать еще более сложные. Есть вещи, которые совсем пока не дошли до общественного внимания, вещи, которые заставляют многих из нас думать, что это случится не позже, чем через какие-нибудь десять лет.

Вопрос. Можете ли Вы дать нам взглянуть в будущее?

Ответ. Могу. Одним из важных событий была миниатюризация — уменьшение размеров деталей. Там, где в самом начале развития вычислительной техники понадобилась бы машина величиной с Эмпайр-Стэйт-Билдинг, теперь вы можете обойтись конструкцией, которая поместится в довольно небольшой комнате. Одним из главных факторов в этой миниатюризации было введение новых типов памяти — памяти, основанной на физике твердого тела, на транзисторах и т. п.

Сейчас возник интерес к вопросу, как работает человеческий мозг. И за последний примерно год мы впервые получаем настоящее представление об этом.

Видите ли, генетическая память — память наших генов — в значительной степени зависит от веществ, являющихся комплексами нуклеиновых кислот. В последнем году стали подозревать более или

менее широко, что память нервной системы — того же рода. На это указывает открытие комплексов нуклеиновых кислот в мозгу и тот факт, что они обладают свойствами, обеспечивающими хорошее запоминание. Это весьма тонкий раздел физики твердого тела, как и физика, ныне используемая в машинной памяти.

Я предполагаю — и я не одинок, — что ближайшее десятилетие увидит это в техническом воплощении.

Вопрос. Иными словами, вместо магнитной ленты как элемента памяти вычислительной машины Вы будете располагать генами?

Ответ. Мы будем располагать веществами, родственными генам. Называть их генами или нет, вопрос терминологический, но вещества — того же рода. Это вызовет массу новых фундаментальных исследований. Как вводить в эту генетическую память и выводить из нее данные, как ее использовать, — все это требует большой исследовательской работы, пока едва начатой. Некоторые из нас имеют предчувствия (еще не проверенные), что ввод и вывод осуществимы посредством световых колебаний определенных молекулярных спектров. Так ли это или не так, я бы не поклялся. Но кое-кто из нас смотрит на это серьезно.

Вопрос. Не будет ли пугать народ такая перспектива?

Ответ. Любая перспективная возможность будет пугать народ. Она будет пугать народ, если ее использовать без понимания. Использованная же с пониманием, она может оказаться весьма ценным орудием.

Вопрос. Можете ли Вы описать вычислительную машину, использующую гены как запоминающее устройство? Что было бы для нее возможно?

Ответ. Слишком похоже на фантастику, чтобы говорить сейчас.

Вопрос. Каковы бы были возможности подобной машины по сравнению с вычислительными машинами, которыми мы располагаем сегодня?

Ответ. Они могут оказаться несравненно большими. Машина могла бы быть гораздо меньше; она могла бы пропускать гораздо больше данных. Но все, что я сказал бы о ней, было бы не только преждевременным, но и безнадежно преждевременным. Однако работа в этих областях должна проводиться, я уверен.

Вопрос. Говорят, что вычислительные машины думают. Так ли это?

Ответ. Если иметь в виду нынешнее положение вещей, то вычислительные машины могут обучаться. Вычислительные машины могут учиться улучшать свою работу путем ее анализа. Это, безусловно, верно. Называть ли это мышлением, вопрос терминологический. Что вещи такого рода получают гораздо большее развитие в будущем, когда наша способность строить более сложные вычислительные машины возрастет, в этом, я думаю, не придется сомневаться.

Вопрос. Существует ли вероятность, что машины могут учиться больше, чем человек? Способны ли они к этому сейчас?

Ответ. Сейчас наверняка нет, и наверняка нет еще долгое время, если вообще когда-либо будут способны. Но если смогут, то лишь потому, что мы

перестанем учиться. Я хочу сказать, что нам учиться легче, чем машине. Если же мы поклоняемся машине и все ей оставляем, то мы должны благодарить самих себя за все неприятности, в которые попадаем.

В этом суть дела. Вычислительная машина очень хороша при быстрой работе, проводимой однозначным образом над полностью представленными данными. Вычислительная машина не может сравниться с человеческим существом при обработке еще не выкристаллизовавшихся данных. Если назвать это интуицией, то я не сказал бы, что интуиция недоступна вычислительной машине, но у нее она меньше, а экономически невыгодно заставлять машину делать то, что человек делает намного лучше.

Вопрос. Что именно представляет собой обучающаяся машина?

Ответ. Обучающаяся машина — это такая машина, которая не просто, скажем, играет в какую-нибудь игру по твердым правилам, с неизменной стратегией, но периодически или непрерывно рассматривает результаты этой стратегии, дабы определить, нельзя ли изменить с пользой те или иные параметры, те или иные величины в стратегии.

Вопрос. Пример, который всегда приходит на ум, — машины, играющие в шашки...

Ответ. Прекрасно, возьмем шашки. Машина была достаточно хороша, чтобы через некоторое время стать способной систематически обыгрывать своего изобретателя, пока тот не выучил про шашки немного больше.

Вопрос. Почему же с шахматами не так?

Ответ. Потому что шахматы сложнее. С шахматами тоже будет так, но это потребует гораздо более длительной работы.

Вопрос. Обучаются ли машины письму?

Ответ. Да. Имеются машины, способные воспринять код и перевести его в рукописный шрифт или воспринять рукописный, а также печатный шрифт и перевести его в код. О да! Это разрабатывается: можно даже воспринять речь и перевести ее в код.

Вопрос. Говорить о думающих роботах, захватывающих власть над Землей, — фантастика?

Ответ. Фантастика, если только народ не придет к идее: «Оставим все Железному Майку!» Я хочу сказать: если мы смотрим на машину не как на дополнение к нашим силам, а как на нечто их расширяющее, мы должны держать ее под контролем. Иначе нельзя. Машинопочклонники, ожидающие, что машина будет работать, а народ пусть сидит и получает все без труда, думают, конечно, по-другому.

Вопрос. Разумно ли используются сегодня вычислительные машины?

Ответ. В 10% случаев — да.

Вопрос. Поразительно низкая цифра. Почему Вы так говорите?

Ответ. Потому что нужен разум, чтобы знать, что давать машине. И во многих случаях машина используется в расчете на разум, которого-то и нет.

Вычислительная машина ценна ровно настолько, насколько ценен использующий ее человек. Она может позволить ему продвинуться дальше за то же самое время. Но он обязан иметь идей. И на ранней

стадии проверки идей вам не следует быть зависимым от вычислительных машин.

Вопрос. Относится ли это также к применению вычислительных машин как средства автоматизации? Иными словами, не используется ли автоматизация в некоторых случаях неразумно?

Ответ. Вне всякого сомнения. Однако что касается примера, сие не моя область.

Вопрос. Какие можно назвать работы, для которых машины могут применяться разумно и которые они делают лучше, чем люди?

Ответ. Бухгалтерию, продажу билетов и тому подобное ведение записей. Когда мы составили свой план вычислений, машина может выполнить его гораздо лучше, чем человек. И вычислительные машины будущего смогут делать эти вещи еще лучше. Они будут обладать достаточной разносторонностью, чтобы позволить себе то, что делает мозг, — затрачивать массу усилий и все-таки достигать чего-то.

Вопрос. Эти машины будущего отнимут еще много занятий у людей?

Ответ. Отнимут.

Вопрос. Это обострит проблему, которая уже существует. Где же решение?

Ответ. Ответ гласит: мы больше не можем оценивать человека по той работе, которую он выполняет. Мы должны оценивать его как человека.

В этом суть. Вся уйма работы, для которой мы сейчас используем людей, — это работа, в действительности делаемая лучше машинами. Ведь уже давно человеческая энергия стоит немного, поскольку речь идет о физической энергии. Сегодня человек, пожалуй, не смог бы произвести столько

энергии, чтобы купить пищу для своего собственного тела.

Реальная коммерческая стоимость его услуг в условиях современной культуры недостаточна. Если мы оцениваем людей, мы не можем оценивать их на этой основе. Если мы настаиваем на применении машин повсюду, безотносительно к людям, но не переходим к самым фундаментальным рассмотрениям и не даем человеческим существам надлежащего места в мире, мы погибли.

Вопрос. Уже поздно остановить это движение ко все большей и большей автоматизации?

Ответ. То, что сделано, непоправимо. Я предвидел это в самом начале. Здесь налицо не просто факт, что используются вычислительные машины. Настоящую трудность представляет факт, что они стоят наготове для применения.

Иными словами, причина, по которой нам нельзя идти назад, заключена в том, что нам никогда не удастся уничтожить возможность использования вычислительных машин.

Вопрос. Вы считаете это необратимой тенденцией?

Ответ. Я не говорю даже о тенденции. Это необратимое приращение знания. Такое случилось с Адамом и Евой, когда они повстречались со змеем. Коль скоро вы вкусили от древа познания, вы вряд ли сможете сделать другое, чем идти дальше с этим знанием.

Вопрос. Итак, можно ожидать, что машины будут играть все большую роль в автоматизации, в бизнесе, в образовании...

Ответ. Можно. И во всяком случае, используем ли мы машины или нет (решение, которое мы

так или иначе должны принять), тот факт, что они имеются налицо для использования, нельзя отбросить.

Вопрос. Вы хотите сказать, что более мудрым решением был бы, возможно, отказ от использования некоторых машин?

Ответ. В определенных ситуациях это может оказаться более мудрым. Приведу вам пример. Сейчас с автоматизацией совсем нетрудно построить фабрику, способную произвести больше, чем может потребить весь рынок. Если вы беретесь за дело и лишь толкаете производство вверх, вы можете упереться в потолок. Конкуренция, как она понималась в прошлом, существенно изменяется при наличии автоматизации. Автоматизация больше несовместима с *laissez faire*.

Вопрос. Если в ближайшее десятилетие разовьется новая техника такого типа, на который Вы намекали, как можно задержать дальнейшую автоматизацию?

Ответ. Прогресс задерживали в прошлом не раз. Совсем не обязательно, если мы делаем новое оружие, немедленно пускать его в ход.

Вопрос. Вы нашли во время Вашей последней поездки в Россию, что Советы придают большое значение вычислительной машине?

Ответ. Я скажу вам, насколько большое. У них есть институт в Москве. У них есть институт в Киеве. У них есть институт в Ленинграде. У них есть институт в Ереване в Армении, в Тифлисе, в Самарканде, в Ташкенте и Новосибирске. У них могут быть и другие.

Вопрос. Используют ли они эту область науки полностью, если сравнить с нами?

Ответ. Общее мнение — и оно идет от самых разных лиц — таково, что они отстают от нас в аппаратуре: не безнадежно, а немного. Они впереди нас в разработке теории автоматизации.

Вопрос. Д-р Винер, необходимо ли сегодня использование вычислительных машин для военных решений?

Ответ. Да, и они могут быть использованы весьма неразумно. Я не сомневаюсь, что проблема того, когда нажать «большую кнопку», трактуется сейчас с точки зрения обучающихся машин. Я был бы очень удивлен, если бы дело обстояло иначе, ведь это ходовые идеи. Вы знаете: «Пусть делает Железный Майк!»

Но давайте рассмотрим это чуть поподробнее. Как учатся солдаты своему ремеслу? Посредством военных игр. Веками они упражнялись в играх на карте. Прекрасно! Если вы располагаете некоторым формальным критерием, определяющим, что значит выиграть войну, вы можете заниматься такими играми. Но вам не мешало бы удостовериться, что ваш критерий есть то, что вы действительно хотите, а не некая формализация желаемого. В противном случае вы можете создать вычислительную машину для ядерной войны, которая все разрушит.

Вопрос. Как можно программировать вычислительную машину для ядерной войны, если Вы никогда не имели настоящего опыта подобной войны?

Ответ. Совершенно нельзя. Но тем не менее это сейчас пытаются делать. Экспертов по атомной войне нет. Эксперт — это человек, обладающий опытом. Такого человека сегодня мы не имеем. Поэтому программирование военных игр на основании

искусственных критериев успеха в высшей степени опасно и может кончиться плохо.

Вопрос. Существует ли тенденция к программированию такого рода?

Ответ. Тенденция в этом направлении существует, и эта глупость верхов меня поражает. Автомат обладает свойством, которым некогда наделяли магию. Он может дать вам то, что вы просите, но не скажет вам, чего просить.

Мы слышали речи, что нам нужно создать машинные системы, которые скажут нам, когда нажать кнопку. Но нам нужны системы, которые скажут нам, что случится, если мы будем нажимать кнопку в самых разных обстоятельствах, и — главное — скажут нам, когда не нажимать кнопки!

Вопрос. Как Вы думаете, возможно ли для машин объявить войну и обречь все человечество?

Ответ. Если мы позволим им. Разумеется, они не объявят войны, если мы заранее не настроим их на это.

Вопрос. Д-р Винер, не изменяет ли человек окружающую среду свыше своей способности приспособления к ней?

Ответ. Это вопрос номер один. Человек, несомненно, изменяет ее чрезвычайно сильно, а делает ли он это свыше своей способности, мы узнаем довольно скоро. Или не узнаем, поскольку нас больше не будет.

МОГУТ ЛИ МАШИНЫ МЫСЛИТЬ?¹

ОТ РЕДАКЦИИ

Хрестоматийная статья Алана Тьюринга, несмотря на значительный срок, прошедший с ее первой публикации (1950), продолжает оставаться одной из наиболее значимых, программных работ в области искусственного интеллекта. Положения и гипотезы Тьюринга до сих пор являются предметом оживленной полемики, примером чему может служить публикуемая в настоящем сборнике работа Ника Бострома. Особый интерес представляет «заочная» полемика Тьюринга и Андрея Николаевича Колмогорова — последний выдвигал собственную гипотезу искусственного интеллекта и во многом не разделял оптимизма Тьюринга (см. публикуемую в настоящем сборнике работу А.Н. Колмогорова «Автоматы и жизнь»).

¹ © Ю. Данилов, перевод, 1960.

I. ИГРА В ИМИТАЦИЮ

Я собираюсь рассмотреть вопрос: могут ли машины мыслить. Но для этого нужно сначала определить смысл терминов «машина» и «мыслить». Можно было бы построить эти определения так, чтобы они по возможности лучше отражали обычное употребление этих слов, но такой подход таит в себе некоторую опасность. Дело в том, что, если мы будем выяснять значения слов «машина» и «мыслить», исследуя, как эти слова определяются обычно, нам трудно будет избежать того вывода, что значение этих слов и ответ на вопрос «могут ли машины мыслить?» следует искать путем статистического обследования наподобие анкетного опроса, проводимого институтом Гэллапа¹. Однако это нелепо. Вместо того чтобы пытаться дать такое определение, я заменю наш вопрос другим, который тесно с ним связан и выражается словами с относительно четким смыслом.

Эта новая форма может быть описана с помощью игры, которую мы назовем «игрой в имитацию». В этой игре участвуют три человека: мужчина (А), женщина (Б) и кто-нибудь задающий вопросы (С), которым может быть лицо любого пола. Задающий вопросы отделен от двух других участников игры стенами комнаты, в которой он находится. Цель игры для задающего вопросы состоит в том, чтобы определить, кто из двух других участников

¹ Американский институт общественного мнения American Institute of Public Opinion. Основан Дж. Гэллапом (George Gallup) в 1935 г.

игры является мужчиной (A), а кто — женщиной (B). Он знает их под обозначениями X и Y и в конце игры говорит либо: « X есть A и Y есть B », либо: « X есть B и Y есть A ». Ему разрешается задавать вопросы такого, например, рода:

С: «Попрошу X сообщить мне длину его (или ее) волос».

Допустим теперь, что в действительности X есть A . В таком случае A и должен давать ответ. Для A цель игры состоит в том, чтобы побудить C прийти к неверному заключению. Поэтому его ответ может быть, например, таким:

«Мои волосы коротко острижены, а самые длинные пряди имеют около девяти дюймов в длину».

Чтобы задающий вопросы не мог определить по голосу, кто из двух других участников игры мужчина, а кто — женщина, ответы на вопросы следовало бы давать в письменном виде, а еще лучше — на пишущей машинке. Идеальным случаем было бы телеграфное сообщение между двумя комнатами, где находятся участники игры. Если же этого сделать нельзя, то ответы и вопросы должен передавать какой-нибудь посредник. Цель игры для третьего игрока — женщины (B) — состоит в том, чтобы помочь задающему вопросы. Для нее, вероятно, лучшая стратегия — давать правдивые ответы. Она также может делать такие замечания, как «Женщина — я, не слушайте его!», но этим она ничего не достигнет, так как мужчина тоже может делать подобные замечания.

Поставим теперь вопрос: «Что произойдет, если в этой игре вместо A будет участвовать машина?» Будет ли в этом случае задающий вопросы ошибаться столь же часто, как и в игре, где участниками яв-

ляются только люди? Эти вопросы и заменят наш первоначальный вопрос «могут ли машины мыслить?».

II. КРИТИКА НОВОЙ ПОСТАНОВКИ ПРОБЛЕМЫ

Подобно тому как мы задаем вопрос: «В чем состоит ответ на проблему в ее новой форме?», можно спросить: «Заслуживает ли рассмотрения проблема в ее новой постановке?». Этот последний вопрос мы рассмотрим, не откладывая дела в долгий ящик, с тем чтобы в последующем уже не возвращаться к нему.

Новая постановка нашей проблемы имеет то преимущество, что позволяет провести четкое разграничение между физическими и умственными возможностями человека. Ни один инженер или химик не претендует на создание материала, который было бы невозможно отличить от человеческой кожи. Такое изобретение, быть может, когда-нибудь будет сделано. Но даже допустив возможность создания материала, не отличимого от человеческой кожи, мы все же чувствуем, что вряд ли имеет смысл стараться придать «мыслящей машине» большее сходство с человеком, одевая ее в такую искусственную плоть. Форма, которую мы придали проблеме, отражает это обстоятельство в условиях, не позволяющем задающему вопросы соприкасаться с другими участниками игры, видеть их или слышать их голоса. Некоторые другие преимущества введенного критерия можно показать, если привести образчики возможных вопросов и ответов. Например:

С: Напишите, пожалуйста, сонет на тему о мосте через реку Форт¹.

А: Увольте меня от этого. Мне никогда не приходилось писать стихи.

С: Прибавьте 34 957 к 70 764.

А (молчит около 30 секунд, затем дает ответ): 105 621.

С: Вы играете в шахматы?

А: Да.

С: У меня только король на e8 и других фигур нет. У вас только король на e6 и ладья на h1. Как вы сыграете?

А (после 15 секунд молчания): Л h8. Мат.

Нам кажется, что метод вопросов и ответов пригоден для того, чтобы охватить почти любую область человеческой деятельности, какую мы захотим ввести в рассмотрение. Мы не желаем ни ставить в вину машине ее неспособность блистать на конкурсах красоты, ни винить человека в том, что он терпит поражение в состязании с самолетом. Условия игры делают эти недостатки несущественными. Отвечающие, если найдут целесообразным, могут хвастать своим обаянием, силой или храбростью, сколько им вздумается, и задающий вопросы не может требовать практических тому доказательств.

Вероятно, нашу игру можно подвергнуть критике на том основании, что в ней преимущества в зна-

¹ Известный мост консольно-арочного типа в два пролета, перекрывающий реку Форт (Шотландия) при впадении ее в залив Ферт-оф-Форт. Сооружен в 1882—1889 гг. и в течение 28 лет держал мировой рекорд длины пролетов (длина каждого пролета — свыше 518 м, длина моста — около 1626 м).

чительной степени находятся на стороне машины. Если бы человек попытался притвориться машиной, то, очевидно, вид у него был бы весьма жалкий. Он сразу выдал бы себя медлительностью и неточностью при подсчетах. Кроме того, разве машина не может выполнять нечто такое, что следовало бы характеризовать как мышление, но что было бы весьма далеко от того, что делает человек? Это возражение очень веское. Но в ответ на него мы, во всяком случае, можем сказать, что если можно все-таки осуществить такую машину, которая будет удовлетворительно играть в имитацию, то относительно этого возражения особенно беспокоиться не следует.

Можно было бы заметить, что при «игре в имитацию» не исключена возможность того, что простое подражание поведению человека не окажется для машины наилучшей стратегией. Такой случай возможен, но я не думаю, чтобы он привел нас к чему-нибудь существенно новому. Во всяком случае, никто не пытался исследовать теорию нашей игры в этом направлении, и мы будем считать, что наилучшая стратегия для машины состоит в том, чтобы давать ответы, которые в соответствующей обстановке дал бы человек.

III. МАШИНЫ, ПРИВЛЕКАЕМЫЕ К ИГРЕ

Вопрос, поставленный в разделе I, не станет совершенно точным до тех пор, пока мы не укажем, что именно следует понимать под словом «машина». Разумеется, нам бы хотелось, чтобы в игре можно было применять любой вид инженерной техники. Мы склонны также допустить возможность, что ин-

женер или группа инженеров могут построить машину, которая будет работать, но удовлетворительного описания работы которой они не смогут дать, поскольку метод, которым они пользовались, был в основном экспериментальным (методом проб и ошибок). Наконец, мы хотели бы исключить из категории машин людей, рожденных обычным образом. Трудно построить определение так, чтобы оно удовлетворяло этим трем условиям. Можно, например, потребовать, чтобы все конструкторы машины были одного пола, в действительности, однако, этого недостаточно, так как, по-видимому, можно вырастить законченный индивидуум из одной-единственной клетки, взятой (например) из кожи человека. Сделать это было бы подвигом биологической техники, заслуживающим самой высокой похвалы, но мы не склонны рассматривать этот случай как «построение мыслящей машины».

Сказанное наводит нас на мысль отказаться от требования, согласно которому в игре следует допускать любой вид техники. Мы еще больше склоняемся к этой мысли в силу того обстоятельства, что наш интерес к «мыслящим машинам» возник благодаря машине особого рода, обычно называемой «электронной вычислительной машиной», или «цифровой вычислительной машиной». Поэтому мы разрешаем принимать участие в нашей игре только цифровым вычислительным машинам.

На первый взгляд это ограничение кажется весьма сильным. Я постараюсь показать, что в действительности дело обстоит не так. Для этого мне придется дать краткий обзор природы и свойств этих вычислительных машин. Можно также «сказать, что отождествление машин с цифровыми вы-

числительными машинами — равно как и наш критерий «мышления» — должно быть признано совершенно неудовлетворительным, если (вопреки моему убеждению) кажется, что цифровые вычислительные машины не в состоянии хорошо играть в имитацию.

Целый ряд вычислительных машин уже находится в действии, и естественно возникает вопрос: «А почему бы нам, вместо того чтобы сомневаться в правильности наших рассуждений, не поставить эксперимент? Удовлетворить условиям было бы нетрудно. В качестве задающих вопросы можно было бы использовать много различных людей, и полученные статистические данные показали бы, как часто задающим вопросы удавалось прийти к правильному заключению».

Коротко на этот вопрос можно ответить так: нас интересует не то, будут ли все цифровые вычислительные машины хорошо играть в имитацию, и не то, будут ли хорошо играть в эту игру те вычислительные машины, которыми мы располагаем в настоящее время; вопрос заключается в том, существуют ли воображаемые вычислительные машины, которые могли бы играть хорошо. Но это только краткий ответ. Ниже мы рассмотрим этот вопрос в несколько ином свете.

IV. ЦИФРОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

То, что мы имеем в виду, говоря о цифровых вычислительных машинах, можно пояснить следующим образом. Предполагается, что эти машины могут выполнять любую операцию, которую мог бы выпол-

нить человек-вычислитель. Мы считаем, что вычислитель придерживается определенных, раз навсегда заданных правил и не имеет права ни в чем отступать от них. Мы можем также считать, что эти правила собраны в книге, которая заменяется другой, когда вычислитель приступает к новой работе. У человека-вычислителя имеется также неограниченный запас бумаги, на которой он производит вычисления. Кроме того, он может выполнять операции сложения и умножения с помощью арифмометра — это несущественно.

Если данное выше пояснение принять за определение, то возникает угроза того, что наше рассуждение окажется движущимся в замкнутом круге. Чтобы избежать этой опасности, мы приведем перечень тех средств, с помощью которых достигается требуемый эффект. Можно считать, что цифровая вычислительная машина состоит из трех частей:

- 1) запоминающего устройства,
- 2) исполнительного устройства,
- 3) контролирующего устройства.

Запоминающее устройство — это склад информации. Оно соответствует бумаге, имеющейся у человека-вычислителя, независимо от того, является ли эта бумага той, на которой производятся выкладки, или той, на которой напечатана книга правил. Поскольку человек-вычислитель некоторые расчеты проводит в уме, часть запоминающего устройства машины будет соответствовать памяти вычислителя.

Исполнительное устройство — это часть машины, выполняющая разнообразные индивидуальные операции, из которых состоит вычисление. Харак-

тер этих операций изменяется от машины к машине. Обычно можно проделывать весьма громоздкие операции, например: «умножить 3 540 675 445 на 7 076 345 687», — однако на некоторых машинах можно выполнять только очень простые операции, вроде таких: «написать 0».

Мы уже упоминали, что имеющаяся у вычислителя «книга правил» заменяется в машине некоторой частью запоминающего устройства, которая в этом случае называется «таблицей команд». Обязанность контролирующего устройства — следить за тем, чтобы эти команды выполнялись безошибочно и в правильном порядке. Контролирующее устройство сконструировано так, что это происходит непременно.

Информация, хранящаяся в запоминающем устройстве, разбивается на небольшие части, которые распределяются по ячейкам памяти. Например, для некоторых машин такая ячейка может состоять из десяти десятичных цифр. Тем ячейкам, в которых хранится различная информация, в некотором определенном порядке приписывают номера. Типичная команда может гласить:

«Число, хранящееся в ячейке 6809, прибавить к числу, хранящемуся в ячейке 4302, а результат поместить в ту ячейку, где хранилось последнее из чисел».

Нет необходимости говорить о том, что если все это выразить на русском (английском) языке, то машина не выполнит такую команду. Более удобно было бы закодировать эту команду в виде, например, числа 6 809 430 217. Здесь 17 говорит о том, какую из различных операций, из тех, что можно выполнять с помощью данной машины, следует проде-

лать с числами, хранящимися в указанных ячейках. В данном случае имеется в виду описанная выше операция, т. е. операция «число... прибавить к числу...». Следует заметить, что сама команда занимает 10 цифр и, таким образом, заполняет одну ячейку памяти, что весьма удобно. Обычно контролирующее устройство выбирает необходимые команды в том порядке, в котором они расположены, но иногда могут встречаться и такие команды:

«Теперь выполнить команду, хранящуюся в ячейке 5606, и продолжать оттуда» или же:

«Если ячейка 4505 содержит 0, выполнить команду, содержащуюся в ячейке 6707, в противном случае продолжать по порядку».

Команды этих последних типов очень важны, так как они позволяют повторять снова и снова некоторую последовательность операций до тех пор, пока не будет выполнено определенное условие, причем для повторения данной последовательности операций не приходится прибегать к новым командам. Машина просто выполняет вновь и вновь одни и те же команды. Воспользуемся аналогией из повседневной жизни. Допустим, что мама хочет, чтобы Томми по дороге в школу заходил каждое утро к сапожнику, для того чтобы справиться, не готовы ли ее туфли. Она может каждое утро снова и снова просить его об этом. Но она может также раз и навсегда повесить в прихожей записку, которую Томми будет видеть, уходя в школу, и которая будет напоминать ему о том, чтобы он зашел за туфлями. Когда Томми принесет туфли от сапожника, мама должна разорвать записку.

Читатель должен считать твердо установленным, что цифровые вычислительные машины можно

строить на основе тех принципов, о которых мы рассказали выше, и что их действительно строят, придерживаясь этих принципов. Ему должно быть ясно, что цифровые вычислительные машины могут в действительности весьма точно подражать действиям человека-вычислителя.

Разумеется, описанная нами книга правил, которой пользуется вычислитель, является всего лишь удобной фикцией. На самом деле настоящие вычислители помнят, что они должны делать. Если мы хотим построить машину, подражающую действиям человека-вычислителя при выполнении некоторой сложной операции, то следует спросить последнего, как он выполняет эту операцию, и ответ представить в виде таблицы команд.

Составление таблицы команд обычно называют «программированием». «Запрограммировать выполнение машинной операции A » — значит ввести в машину подходящую таблицу команд, следуя которой машина может выполнить операцию A .

Интересной разновидностью цифровых вычислительных машин являются «цифровые вычислительные машины со случайным элементом». Такие машины имеют команды, содержащие бросание игральной кости или какой-нибудь эквивалентный электронный процесс. Одной из таких команд может быть, например, следующая: «бросить кость и полученное при бросании число поместить в ячейку 1000». Иногда говорят, что такие машины обладают свободой выбора (хотя лично я не стал бы употреблять такое выражение). Установить наличие «случайного элемента» в машине путем наблюдений за ее действием обычно оказывается невозможным, так как если сделать, например, выбор команды за-

висимым от последовательности цифр в десятичном разложении числа p , то результат получится совершенно аналогичный.

Все существующие в действительности цифровые вычислительные машины обладают лишь конечной памятью. Однако теоретически нетрудно представить себе машину с неограниченной памятью. Разумеется, в любой данный момент времени возможно использование только конечной части запоминающего устройства. Точно так же запоминающее устройство, которое можно физически осуществить, всегда имеет конечные размеры, но мы можем представлять дело так, что по мере надобности к нему пристраиваются все новые и новые части. Такие вычислительные машины представляют особый теоретический интерес, и впредь мы будем их называть машинами с бесконечной емкостью памяти.

Сама идея цифровой вычислительной машины отнюдь не является новой. Чарлз Бэббидж¹ зани-

¹ Чарлз Бэббидж (Charles Babbage) (1792—1871) — английский ученый, работавший в области математики, вычислительной техники и механики. Выступил инициатором применения механических устройств для вычисления и печатания математических таблиц. В 1812 г. у Бэббиджа возникла идея разностной вычислительной машины (Difference Engine). Строительство этой машины, которая должна была вычислять любую функцию, заданную ее первыми пятью разностями, началось в 1823 г. на средства английского правительства, однако в 1833 г. работа была прекращена главным образом в связи с финансовыми затруднениями. К этому времени у Бэббиджа возник проект другой, более совершенной машины. Эта машина, которую Бэббидж назвал

мавший с 1828 по 1839 г. Люкасовскую кафедру по математике в Кембридже¹, разработал проект вычислительного устройства, названного им «Аналитической машиной»; создание ее, однако, так и не удалось завершить. Хотя у Бэббиджа были все основные идеи, существенные для создания такого механизма, его машина не имела перспектив. Скорость вычислений, которую позволила бы достичь машина Бэббиджа, оказалась бы, разумеется, выше скорости, достигаемой человеком, однако она была бы почти в 100 раз меньше, чем у той вычислительной машины, которая в настоящее время работает в Манчестере² и которая является одной из самых

«Аналитической машиной» (Analitical Engine), должна была проводить вычислительный процесс, заданный любыми математическими формулами. Бэббидж весь отдался конструированию своей новой машины, однако к моменту его смерти она так и не была закончена. Сын Бэббиджа завершил строительство части машины и провел успешные опыты по применению ее для вычислений некоторого рода.

¹ Люкасовская кафедра в Тринити-колледже основана в 1663 г. на средства, пожертвованные Генри Люкасом. Первым люкасовским профессором был учитель Ньютона Барроу, вторым — сам Ньютон. Получение этой кафедры, сохранившейся до нашего времени, считалось всегда большой честью.

² Манчестерская машина была построена в Манчестерском университете в конце 40-х годов. Конструирование машины происходило под руководством Вильямса (P.C. Williams) и Килберна (T. Kilburn). В разработке и отладке машины принимал участие Тьюринг, который с этой целью в 1948г. был приглашен в Манчестерский университет. Тьюринг занимался математическими вопросами, связанными с Манчестерской машиной, и особенно вопросами программирования.

медленных современных машин. Запоминающее устройство в машине Бэббиджа было задумано как чисто механическое, с использованием карт и зубчатых колес.

То, что Аналитическая машина Бэббиджа была задумана как чисто механический аппарат, помогает нам избавиться от одного предрассудка. Часто придают значение тому обстоятельству, что современные цифровые машины являются электрическими устройствами и что нервную систему человека в некотором смысле можно отождествить с электрическим устройством. Но поскольку машина Бэббиджа не была электрическим аппаратом и поскольку в известном смысле все цифровые вычислительные машины эквивалентны, становится ясно, что использование электричества в этом случае не может иметь теоретического значения. Естественно, что там, где требуется быстрая передача сигналов, обычно появляется электричество, поэтому неудивительно, что мы встречаем его в обоих указанных случаях. Для нервной системы химические явления играют по крайней мере столь же важную роль, что и электрические. В некоторых же вычислительных машинах запоминающее устройство в основном акустическое. Отсюда ясно, что сходство между нервной системой и цифровыми вычислительными машинами, состоящее в том, что в обоих случаях используется электричество, сводится лишь к весьма поверхностной аналогии. Если мы действительно хотим открыть глубокие связи, нам скорее следует искать сходство в математических моделях функционирования нервной системы и цифровых вычислительных машин.

V. УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Рассмотренные в предыдущем разделе цифровые вычислительные машины можно отнести к классу «машин с дискретными состояниями». Так называются машины, работа которых складывается из совершающихся последовательно одна за другой резких смен их состояния. Состояния, о которых идет речь, достаточно отличаются друг от друга, поэтому можно пренебречь возможностью принять по ошибке одно из них за другое. Строго говоря, таких машин не существует. В действительности всякое движение непрерывно. Однако имеется много видов машин, которые удобно считать машинами с дискретными состояниями.

Например, если рассматривать выключатели осветительной сети, то удобно считать, отвлекаясь от действительного положения дела, что каждый выключатель может быть либо включен, либо выключен. То, что выключатель фактически имеет также и промежуточные состояния, несущественно для наших целей, и мы можем об этом забыть. Приведу пример машины с дискретными состояниями. Рассмотрим колесико, способное через каждую секунду совершать скачкообразный поворот (щелчок) на 120° , но которое можно застопоривать с помощью рычажка, управляемого извне. Пусть, кроме того, в момент, когда колесико принимает какое-нибудь определенное положение (одно из трех возможных для него), загорается лампочка. В абстрактном виде эта машина выглядит так. Внутреннее состояние машины (которое задается положением колесика)

может быть q_1 , q_2 или q_3 . На вход машины подается либо сигнал i_0 либо сигнал i_1 (положение рычажка). Внутреннее состояние в любой момент определено предыдущим состоянием и сигналом на входе согласно следующей таблице:

Вход \ Состояние	q_1	q_2	q_3
i_0	q_2	q_3	q_1
i_1	q_1	q_2	q_3

Сигналы на выходе, единственно видимые извне проявления внутреннего состояния (загорание лампочки), задаются таблицей:

Состояние	q_1	q_2	q_3
Выход	o_1	o_2	o_3

Этот пример типичен для машин с дискретными состояниями. Такие машины можно описывать с помощью таблиц при условии, что они обладают конечным числом возможных состояний.

Очевидно, что при заданном начальном состоянии машины и заданном сигнале на входе всегда возможно предсказать все будущие состояния. Это напоминает точку зрения Лапласа, утверждавшего, что если известны положения и скорости всех частей во Вселенной в некоторый момент времени, то из такого полного описания ее состояния можно предсказать все ее будущие состояния. Однако то предсказание будущего, о котором у нас идет речь,

гораздо ближе к практическому осуществлению, чем то, которое имел в виду Лаплас. Система «Вселенной как единого целого» такова, что даже очень небольшие отклонения в начальных состояниях могут иметь решающее значение в последующем. Смещение одного электрона на одну миллиардную долю сантиметра в некоторый момент времени может явиться причиной того, что через год человек будет убит обвалом в горах. Существенной особенностью тех механических систем, которые мы называли «машинами с дискретными состояниями», является то, что в них это явление не имеет места. Даже если вместо идеализированных машин взять реальные физические машины, то точное (в разумных пределах) знание о состоянии машины в один момент времени позволяет нам с разумной степенью точности предсказать любое число ее состояний в последующем.

Как мы уже упоминали, цифровые вычислительные машины относятся к классу машин с дискретными состояниями. Но число состояний, в которых может находиться такая машина, обычно велико. Например, число состояний машины, работающей в настоящее время в Манчестере, равно приблизительно 2^{165000} , т. е. почти 10^{50000} . Сравните эту величину с числом состояний описанного выше «щелкающего» колесика. Нетрудно понять, почему число состояний вычислительной машины оказывается столь огромным. В вычислительной машине имеется запоминающее устройство, соответствующее бумаге, которой пользуется человек-вычислитель. Запоминающее устройство должно быть таково, чтобы в нем можно было записать любую комбинацию символов, которая может быть написана на бумаге.

Для простоты допустим, что в качестве символов используются только цифры от 0 до 9. Различия в почерках не принимаются во внимание. Допустим, что человек-вычислитель располагает 100 листами бумаги, разграфленными на 50 строк каждый. Строка может вместить 30 цифр. Число состояний в этом случае равно $10^{100 \cdot 50 \cdot 30}$, т. е. 10^{150000} . Это приблизительно равно числу состояний трех Манчестерских машин, взятых вместе. Логарифм числа состояний по основанию 2 обычно называют «емкостью памяти» машины. Например, Манчестерская машина обладает емкостью памяти около 165 000, а машина с колесиком из нашего примера — около 1,6. Если две машины соединены вместе, то емкость памяти объединенной машины представляет собой сумму емкостей памяти составляющих машин. Это позволяет формулировать такие утверждения, как «Манчестерская машина содержит 64 магнитных трека (направляющих приспособлений), каждый емкостью по 2560, восемь электронно-лучевых трубок емкостью по 1280. Число различных запоминающих устройств доходит до 300, что в целом приводит к емкости памяти в 174 380 единиц»¹.

¹ Единицы, о которых говорит здесь Тьюринг, получили название «битов» (bits). По причинам, связанным с компьютеростроением, основной единицей измерения емкости машинной памяти стали «байты» (bytes). Ответ на вопрос «Сколько бит (ов) в байте?» с исторической точки зрения довольно темен (байт — емкость памяти, предназначенной для размещения одного символа), но стандартом de facto является соглашение 1 байт = 8 бит. Более крупными производными единицами являются килобайт (Кб) = 2^{10} = 1024 байт, мегабайт (Мб) = 2^{10} = 1024 Кб. Сейчас уже никого не

Если задана таблица, соответствующая некоторой машине с дискретными состояниями, то можно предсказать, что будет делать эта машина. Нет причин, по которым эти вычисления не могли бы выполняться с помощью цифровой вычислительной машины. Если бы с помощью цифровой вычислительной машины можно было достаточно быстро производить вычисления, то ее можно было бы использовать для имитации поведения любой машины с дискретными состояниями. В «игре в имитацию» тогда могли бы участвовать машина с дискретными состояниями (которая играла бы за *B*) и имитирующая ее цифровая вычислительная машина (в качестве *A*), и задающий вопросы не смог бы отличить их друг от друга. Разумеется, для этого необходимо, чтобы цифровая вычислительная машина имела надлежащую емкость памяти, а также работала достаточно быстро. Кроме того, ее пришлось бы снабжать новой программой для каждой новой машины, которую она должна была бы имитировать.

Именно это особое свойство цифровых вычислительных машин — то, что они могут имитиро-

удивляют гигабайты (Гб) и даже терабайты (Тб). Для более точного выражения единиц памяти (например, в синтезаторостроении) употребляются также единицы килобит (Кбит), мегабит (Мбит) и т. д. Таким образом, емкость памяти 100 листов бумаги (разграфленных на 50 строк каждый, где каждая строка может вместить 30 цифр), о которых говорит Тьюринг, составляет примерно 61 килобайт, а емкость памяти Манчестерской машины составляла примерно 20 килобайт. — *Примеч. ред.*

вать любую машину с дискретными состояниями, и имеют в виду, когда говорят, что цифровые вычислительные машины являются универсальными машинами. Из того, что имеются машины, обладающие свойством универсальности, вытекает важное следствие: чтобы выполнять различные вычислительные процедуры, нам вовсе не нужно создавать все новые и новые разнообразные машины (если отвлечься от растущих требований к скорости вычислений). Все вычисления могут быть выполнены с помощью одной-единственной цифровой вычислительной машины, если снабжать ее надлежащей программой для каждого случая. В дальнейшем мы увидим в качестве следствия из этого результата, что все цифровые вычислительные машины в каком-то смысле эквивалентны друг другу.

Теперь мы можем вернуться к вопросу, поднятому нами в конце раздела III. Там мы высказали предположение, что вопрос «могут ли машины мыслить?» можно заменить вопросом «существуют ли воображаемые цифровые вычислительные машины, которые могли бы хорошо играть в имитацию?». Если угодно, мы можем придать этому вопросу видимость большей общности и спросить: «Существуют ли машины с дискретными состояниями, которые могли бы хорошо играть в эту игру?» Но в свете того, что цифровые вычислительные машины универсальны, мы видим, что любой из таких вопросов эквивалентен следующему: «Если взять только одну конкретную цифровую вычислительную машину S , то спрашивается: справедливо ли утверждение о том, что, изменяя емкость памя-

ти этой машины, увеличивая скорость ее действия и снабжая ее подходящей программой, можно заставить *C* удовлетворительно исполнять роль *A* в «игре в имитацию» (причем роль *B* будет исполнять человек).

VI. ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПО ОСНОВНОМУ ВОПРОСУ

Теперь мы можем считать, что основные понятия нами выяснены, и перейти к рассмотрению вопроса «могут ли машины мыслить?» и его варианта, изложенного в конце предыдущего раздела. Вместе с тем мы не можем отказаться от первоначальной формы вопроса, так как по поводу равноценности замены одной формы вопроса другой мнения могут расходиться, и в любом случае необходимо выслушать то, что было бы сказано в этой связи.

Читателю будет легче разобраться в этой дискуссии, если я сначала разъясню свои собственные убеждения. Рассмотрим сперва более точную форму вопроса. Я уверен, что через пятьдесят лет станет возможным программировать работу машин с емкостью памяти около 10^6 так, чтобы они могли играть в имитацию настолько успешно, что шансы среднего человека установить присутствие машины через пять минут после того, как он начнет задавать вопросы, не поднимались бы выше 70%. Первоначальный вопрос «могут ли машины мыслить?» я считаю слишком неосмысленным, чтобы он заслуживал рассмотрения. Тем не менее я убежден, что к концу нашего века употребление слов и мнения, разделяемые большинством образованных людей,

изменяться настолько, что можно будет говорить о мыслящих машинах, не боясь, что тебя поймут неправильно. Более того, я считаю вредным скрывать такие убеждения. Широко распространенное представление о том, что ученые с неуклонной последовательностью переходят от одного вполне установленного факта к другому, не менее хорошо установленному факту, не давая увлечь себя никакому непроверенному предположению, в корне ошибочно. Не будет никакого ущерба от того, что мы ясно осознаем, что является доказанным фактом, а что предположением. Догадки очень важны, ибо они подсказывают направления, полезные для исследований.

Теперь я перехожу к рассмотрению мнений, противоположных моему собственному.

1. Теологическое возражение

«Мышление есть свойство бессмертной души человека, Бог дал бессмертную душу каждому мужчине и каждой женщине, но не дал души никакому другому животному и машинам. Следовательно, ни животное, ни машина не могут мыслить»¹.

Я не могу согласиться ни с чем из того, что было только что сказано, и попробую возразить, пользу-

¹ Возможно, эта точка зрения еретична. Св. Фома Аквинский (*Summa Theologica*; его взгляд излагается в книге *Bertrand Russell. History of Western Philosophy*, Simon and Schuster, New York, 1946, p. 458) утверждает, что Бог не может лишить человека души, но что это не является реальным ограничением его всемогущества, а есть всего лишь результат того факта, что человеческие души бессмертны и, следовательно, неуничтожимы.

ясь теологическими же терминами. Я счел бы данное возражение более убедительным, если бы животные были отнесены в один класс с людьми, ибо, на мой взгляд, между типичным одушевленным и типичным неодушевленным предметами имеется большее различие, чем между человеком и другими животными. Произвольный характер этой ортодоксальной точки зрения станет еще яснее, если мы рассмотрим, в каком свете она может представиться человеку, исповедующему какую-нибудь другую религию. Как, например, христиане отнесутся к точке зрения мусульман, считающих, что у женщин нет души? Но оставим этот вопрос и обратимся к основному возражению. Мне кажется, что из приведенного выше аргумента со ссылкой на душу у человека следует серьезное ограничение всемогущести Всемогущего. Пусть даже существуют определенные вещи, которые Бог не может выполнить, — например, сделать так, чтобы единица оказалась равной двум; но кто же из верующих не согласился бы с тем, что Он волен вселить душу в слона, если найдет, что слон этого заслуживает? Мы можем искать выход в предположении, что Он пользуется своей силой лишь в сочетании с мутациями, совершенствующими мозг настолько, что последний оказывается в состоянии удовлетворить требованиям души, которую Он желает вселить в слона. Но точно так же можно рассуждать и в случае машин. Это рассуждение может показаться отличным лишь потому, что в случае машин его труднее «переварить». По сути дела это означает, что мы считаем весьма маловероятным, чтобы Бог счел обстоятельства подходящими для того, чтобы дать душу машине, т. е. речь идет в действительности о других ар-

гументах, которые обсуждаются в остальной части статьи. Пытаясь построить мыслящие машины, мы поступаем по отношению к Богу более непочтительно, узурпируя Его способность создавать души, чем мы делаем это, производя потомство; в обоих случаях мы являемся лишь орудиями его воли и производим лишь убежища для душ, которые творит опять-таки Бог.

Все это, однако, пустые рассуждения. В пользу чего бы ни приводили такого рода теологические доводы, они не производят на меня особого впечатления. Однако в старину такие аргументы находили весьма убедительными. Во времена Галилея полагали, что такие церковные тексты, как «Стояло солнце среди неба и не спешило к западу почти целый день» (Нав 10:13) и «Ты поставил землю на твердых основах; не поколеблется она в веки и веки» (Пс 103:5), в достаточной мере опровергали теорию Коперника. В наше время такого рода доказательство представляется беспочвенным. Но когда современный уровень знаний еще не был достигнут, подобные доводы производили совсем другое впечатление.

2. Возражение со «страусиной» точки зрения (*The «Heads in the Sand» Objection*)

«Последствия машинного мышления были бы слишком ужасны. Будем надеяться и верить, что машины не могут мыслить».

Это возражение редко выражают в столь открытой форме. Но оно звучит убедительно для большинства из тех, кому оно вообще приходит в голову. Мы склонны верить, что человек в интеллектуальном отношении стоит выше всей остальной при-

роды. Лучше всего, если бы удалось доказать, что человек необходимо является самым совершенным существом, ибо в таком случае он может бояться потерять свое доминирующее положение. Ясно, что популярность теологического возражения связана именно с этим чувством. Это чувство, вероятно, особенно сильно у людей интеллигентных, так как они ценят силу мышления выше, чем остальные люди, и более склонны основывать свою веру в превосходство человека на этой способности.

Я не считаю, что это возражение является достаточно существенным для того, чтобы требовалось какое-либо опровержение. Утешение здесь было бы более подходящим; не предложить ли искать его в учении о переселении душ?

3. Математическое возражение

Имеется ряд результатов математической логики, которые можно использовать для того, чтобы показать наличие определенных ограничений возможностей машин с дискретными состояниями. Наиболее известный из этих результатов — теорема Гёделя¹ — показывает, что в любой достаточно мощной логической системе можно сформулировать такие утверждения, которые внутри этой системы нельзя ни доказать, ни опровергнуть, если только сама система непротиворечива. Имеются и другие, в некотором отношении аналогичные, результаты, принадлежащие Черчу, Клини, Россеру и Тьюрин-

¹ *K. Gödel. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme, I. Monat. Math. Ph., B. 38, 1931, S. 173—198.*

гу¹. Результат последнего особенно удобен для нас, так как относится непосредственно к машинам, в то время как другие результаты можно использовать лишь как сравнительно косвенный аргумент (например, если бы мы стали опираться на теорему Гёделя, нам понадобились бы еще и некоторые средства описания логических систем в терминах машин и машин в терминах логических систем). Результат Тьюринга относится к такой машине, которая, в сущности, является цифровой вычислительной машиной с неограниченной емкостью памяти, и устанавливает, что существуют определенные вещи, которые эта машина не может выполнить. Если она устроена так, чтобы давать ответы на вопросы, как в «игре в имитацию», то будут вопросы, на которые она или даст неверный ответ, или не сможет дать ответа вообще, сколько бы ни было ей предоставлено для этого времени. Таких вопросов, конечно, может быть много, и на вопросы, на которые нельзя получить ответ от одной машины, можно получить удовлетворительный ответ от другой. Мы здесь, разумеется, предполагаем, что вопросы принадлежат скорее к таким, которые допускают ответ «да» или «нет», чем к таким, как: «Что вы думаете о Пикассо?». Следующе-

¹ *Alonzo Church*. An Unsolvability Problem of Elementary Number Theory. *Amer. J. Math.*, v. 58, 1936, p. 345—363; *S.C. Cleene*. General Recursive Functions of Natural Numbers. *Math. Ann.*, B. 112, 1936, S. 727—742; *A.M. Turing*. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proc. Lond. Math. Soc.*, ser. 2, v. 42, 1936—1937, p. 230—265.

го типа вопросы относятся к числу таких, на которые, как нам известно, машина не может дать ответ: «Рассмотрим машину, характеризующуюся следующим: ...Будет ли эта машина всегда отвечать “да” на любой вопрос?» Если на место точек поставить описание (в какой-либо стандартной форме, например, подобной той, которая была использована нами в разделе V) такой машины, которая находится в некотором сравнительно простом отношении к машине, к которой мы обращаемся с нашим вопросом, то можно показать, что ответ на этот вопрос окажется либо неверным, либо его вовсе не будет. В этом и состоит математический результат¹; утверждают, будто он доказывает огра-

¹ Здесь речь идет о так называемых (в современной терминологии) алгоритмически неразрешимых проблемах. Вот пример неразрешимой проблемы, который я изложу здесь в терминах «повседневного» компьютера. Требуется составить программу U, которая бы по любому подаваемому ей на вход файлу X, содержащему текст программы (на каком-нибудь языке программирования, скажем, стандартном ANSI C), определяла бы, остановится ли когда-нибудь программа из файла X в процессе своей работы, получив на вход известные данные, или «зациклится». Если программа X зациклится, то программа U должна показать на экране фотографию юноши, иначе — девушки, после чего закончить свою работу. (Такого рода «проверяющая на заикливаемость» программа U была бы, очевидно, довольно полезна для проверки создаваемых компьютерных программ.) Оказывается, написать эту «проверяющую программу» U невозможно в принципе (даже если допустить, что компьютер, на котором выполняется U, имеет сколь угодно большую память и может работать неограниченно (астрономически) долгое время).

ниченность возможностей машин, которая не присуща разуму человека¹.

Ответ на это возражение вкратце состоит в следующем. Установлено, что возможности любой конкретной машины ограничены, однако в разбираемом возражении содержится голословное, без какого бы то ни было доказательства, утверждение, что подобные ограничения не применимы к разуму человека. Я не думаю, чтобы можно было так легко игнорировать эту сторону дела. Когда какой-либо из такого рода машин задают соответствующий критический вопрос и она дает определенный ответ, мы заранее

Приведенный пример (так называемая «неразрешимость проблемы остановки») впервые был рассмотрен в цитированной выше работе Тьюринга 1936 г. — в то время, когда еще не было никаких компьютеров и программ для них!

¹ А для тех любознательных программистов, которые, возможно, не поверили на слово, что такую программу U нельзя написать, поясним, опуская детали, в чем тут дело. Если бы такая программа U была написана, то ее можно было бы легко переделать так, чтобы вместо команды вывода изображения девушки на экран, она бы зацикливалась (вставить для этого, скажем, «вечный цикл» `for(„);`). Пусть эта переделанная программа называется U_2 . Что будет делать программа U_2 , если ей на вход подать текст программы U_2 (текст себя самой)? Если она зацикливается, то она должна показать фотографию юноши и остановиться, т. е. не зациклиться. Но если она не зацикливается, это значит, что она должна зациклиться (поскольку вывод девушки в программе U был заменен на «вечный цикл»). Тем самым программа U_2 оказывается в безвыходном положении, несовместимом с допущением возможности ее существования. — *Примеч. ред.*

знаем, что ответ будет неверным, и это дает нам чувство известного превосходства. Не является ли это чувство иллюзорным? Несомненно, оно бывает довольно искренним, но я не думаю, чтобы ему следовало придавать слишком большое значение. Мы сами слишком часто даем неверные ответы на вопросы, чтобы то чувство удовлетворения, которое возникает у нас при виде погрешимости машин, имело оправдание. Кроме того, чувство превосходства может относиться лишь к машине, над которой мы одержали свою — в сущности весьма скромную — победу. Не может быть и речи об одновременном торжестве над всеми машинами. Значит, короче говоря, для любой отдельной машины могут найтись люди, которые умнее ее, однако в этом случае снова могут найтись другие, еще более умные машины и т. д.

Я думаю, что те, кто разделяет точку зрения, выраженную в математическом возражении, как правило, охотно примут «игру в имитацию» в качестве основы дальнейшего рассмотрения. Те же, кто убежден в справедливости двух предыдущих возражений, будут, вероятно, вообще не заинтересованы ни в каком критерии.

4. Возражение с точки зрения сознания (The Argument from Consciousness).

Это возражение особенно ярко выражено в выступлении профессора Джефферсона¹ на Листеровских чтениях за 1949 год¹, откуда я и привожу цитату.

¹ *Jefferson G. The Mind of Mechanical Man. Lister Oration for 1949, British Med. J., v. 1, 1949, p. 1105—1121.*

«До тех пор, пока машина не сможет написать сонет или сочинить музыкальное произведение, побуждаемая к тому собственными мыслями и эмоциями, а не за счет случайного совпадения символов, мы не можем согласиться с тем, что она равносильна мозгу, т. е. что она может не только написать эти вещи, но и понять то, что ею написано. Ни один механизм не может чувствовать (а не просто искусственно сигнализировать, для чего требуется достаточно несложное устройство) радость от своих успехов, горе от постигших его неудач, удовольствие от лести, огорчение из-за совершенной ошибки, не может быть очарованным противоположным полом, не может сердиться или быть удрученным, если ему не удастся добиться желаемого».

Это рассуждение, по-видимому, означает отрицание нашего критерия. Согласно самой крайней форме этого взгляда, единственный способ, с помощью которого можно удостовериться в том, что машина может мыслить, состоит в том, чтобы стать машиной и осознавать процесс собственного мышления. Свои переживания можно было бы потом описать другим, но, конечно, подобное сообщение никого бы не удовлетворило. Точно так же, если следовать этому взгляду, то окажется, что единственный способ убедиться в том, что данный человек действительно мыслит, состоит в том, чтобы стать именно этим человеком. Фактически эта точка зрения является солипсистской².

¹ Джозеф Листер (Joseph Lister) (1827—1912) — выдающийся английский хирург.

² Солипсизм (от лат. *solus* — единственный и *ipse* — сам) — взгляд, согласно которому единственной

Быть может, подобные воззрения весьма логичны, но если исходить из них, то обмен идеями становится весьма затруднительным. Согласно этой точке зрения, *A* обязан думать, что «*A* мыслит, а *B* нет», в то время как *B* убежден в том, что «*B* мыслит, а *A* нет». Вместо того чтобы постоянно спорить по этому вопросу, обычно принимают вежливое соглашение о том, что мыслят все.

Я уверен, что профессор Джефферсон отнюдь не желает стоять на этой крайней солипсистской точке зрения. Вероятно, он весьма охотно принял бы в качестве критерия «игру в имитацию». Эта игра (если игрок *B* не участвует) нередко применяется на практике под названием *viva voce* (устно) для того, чтобы установить, понял ли действительно данный человек некоторую вещь, или он заучил нечто, как попугай. Вот отрывок из такой игры.

Задающий вопросы: Не находите ли Вы, что в первой строке Вашего сонета: «Сравню ль тебя я с летним днем» выражение «с весенним днем» звучало бы лучше?

Отвечающий: Оно нарушало бы размер стиха.

Задающий вопросы: А если сказать «с зимним днем»? С размером здесь все обстоит благополучно.

Отвечающий: Это так, но никто не захочет, чтобы его сравнивали с зимним днем.

Задающий вопросы: А разве мистер Пиквик не напоминает Вам Рождество?

Отвечающий: Некоторым образом да.

достоверной реальностью являются внутренние переживания субъекта, его ощущения и мышления.

Задающий вопросы: Но Рождество — зимний день, и я не думаю, чтобы мистер Пиквик имел что-нибудь против этого сравнения.

Отвечающий: Я не думаю, что вы говорите все это всерьез. Когда говорят о зимнем дне, имеют в виду обычно зимний день, а не какой-то особенный, вроде Рождества.

И так далее. Что бы сказал профессор Джефферсон, если бы машина, пишущая сонеты, могла отвечать примерно так, как это было в приведенном выше отрывке из *viva voce*. Не знаю, стал ли бы он рассматривать ответы машины лишь как «просто искусственную сигнализацию». Если бы ее ответы были столь же связными и удовлетворительными по содержанию, как в приведенном выше отрывке, я не думаю, чтобы профессор Джефферсон охарактеризовал это как дело, выполнить которое может «достаточно несложное устройство». Эту фразу из его выступления следует, по-видимому, относить к таким случаям, когда в машине имеется, скажем, граммофонная пластинка с записью сонета в чьем-либо исполнении, а также механизм, с помощью которого эту запись можно время от времени включать.

Короче говоря, я считаю, что большинство из тех, кто поддерживает возражение с точки зрения сознания (*consciousness*), скорее откажутся от своих взглядов, чем признают солипсистскую точку зрения. В таком случае они, по-видимому, охотно примут наш критерий.

Мне не хотелось бы создавать впечатление, будто я считаю, что в сознании нет ничего загадочного. Например, неудача наших попыток локализовать сознание похожа на парадокс. Но я вовсе не думаю,

что загадки, связанные с сознанием, непременно должны быть разъяснены прежде, чем мы окажемся в состоянии ответить на вопрос, рассматриваемый в настоящей статье.

*5. Возражения, исходящие из того,
что машина не все может выполнить
(Arguments from Various Disabilities)*

Обычно эти возражения выражают в такой форме: «Я согласен с тем, что вы можете заставить машины делать все, о чем вы упоминали, но вам никогда не удастся заставить их делать *X*». При этом перечисляют довольно длинный список значений этого *X*. Я предлагаю читателю выбирать: «Быть добрым, находчивым, красивым, дружелюбным, быть инициативным, обладать чувством юмора, отличать правильное от неправильного, совершать ошибки, влюбляться, получать удовольствие от клубники со сливками, заставить кого-нибудь полюбить себя, извлекать уроки из своего опыта, правильно употреблять слова, думать о себе, обладать таким же разнообразием в поведении, каким обладает человек, создавать нечто подлинно новое».

Обычно в подтверждение подобных высказываний не приводят никаких доводов. Я убежден, что эти высказывания основываются главным образом на принципе неполной индукции¹. Человек в тече-

¹ Принцип неполной индукции — принцип логики, согласно которому разрешается делать обобщающее заключение о принадлежности некоторого свойства *я* всем предметам данного класса. А на основании того, что установлена принадлежность свойства *a* лишь некоторым (не всем) предметам класса *A* именно тем, которые рассмотрены в ходе индукции. Вывод, основанный

ние своей жизни видел тысячи машин. Из того, что он видел, он делает ряд общих заключений. Машины безобразны, каждая из них создана для того, чтобы выполнять весьма ограниченные задачи, если необходимо сделать нечто иное, они бес-

на принципе неполной индукции — даже при условии достоверности исходных данных, — не достоверен, а только более или менее вероятен.

Выражение «неполная индукция» русского перевода соответствует выражению «scientific induction» (буквально: «научная индукция») английского оригинала. Такой перевод выбран потому, что выражение «научная индукция» употребляется у нас обычно не в том смысле, который имеет в статье Тьюринга выражение «scientific induction» (под «научной индукцией» в нашей литературе обычно понимают сложное рассуждение, основанное на совместном применении неполной индукции и дедукции, которое при определенных условиях — последние, впрочем, не уточняются — может давать достоверное заключение),

Короче говоря, здесь имеется в виду то, что при индуктивном умозаключении от частного к общему мы можем получить весьма сомнительный, если вообще не абсолютно ложный вывод — как в тьюринговском примере с английскими детьми (хотя в современном мире более яркий пример явили бы собою американские дети, равно как и многие американские взрослые).

Вот еще один пример умозаключения по (неполной) индукции. «Неужели наша школа “учимся говорить публично” нужна только двадцати человекам, ...Нет, я знаю, уверен, что умение говорить нужно каждому из нас. ...Да, курс “учимся говорить публично” (...) способен помочь каждому человеку значительно улучшить свою устную речь». — *Примеч. ред.*

полезны, вариации их поведения крайне незначительны и т. д. и т. п. Естественно, человек делает вывод, что все это является необходимыми особенностями всех машин в целом. Многие из этих ограничений связаны с очень маленькой емкостью памяти большинства машин. (При этом я предполагаю, что понятие емкости памяти машины несколько обобщено таким образом, что охватывает и машины, отличные от машин с дискретными состояниями. Точное определение не играет здесь никакой роли, так как в настоящем рассмотрении мы не претендуем на математическую строгость.) Несколько лет назад, когда очень немногие знали о цифровых вычислительных машинах, часто приходилось встречаться с недоверчивым отношением к тому, что о них рассказывали, если об их замечательных свойствах говорили, не объясняя, как такие машины устроены. Это, вероятно, происходило из-за того, что слушавшие шаблонно применяли принцип неполной индукции. Разумеется, применение этого принципа происходило в основном бессознательно. Если ребенок, обжегшись один раз, боится огня и выражает страх перед огнем тем, что избегает его, то я бы сказал, что он применяет неполную индукцию (само собой разумеется, поведение ребенка можно описать и по-другому). Я не думаю, чтобы трудовая деятельность и обычаи человечества были особенно удачным материалом для применения неполной индукции. Большую часть пространственно-временного континуума (space-time) необходимо пытливо исследовать, если мы хотим получить надежные результаты. В противном случае мы можем прийти, скажем, к выводу (к которому приходит большинство англий-

ских детей), что все говорят по-английски и что глупо изучать французский язык.

Однако относительно многого из того, что было названо в числе вещей, недоступных машине, следует сделать особые оговорки. Неспособность машины получать удовольствие от клубники со сливками может показаться читателю пустяком. Весьма возможно даже, что мы могли бы сделать так, чтобы машина получала удовольствие от этого изысканного блюда, но любая попытка в этом направлении была бы идиотизмом. Эта неспособность машины приобретает значение лишь в сочетании с другими труднодоступными для нее вещами, например в сочетании с трудностью установления между нею и человеком такого же отношения дружелюбия, какое бывает между двумя людьми¹.

Утверждение «машины не могут совершать ошибок» кажется мне курьезным. Его пытаются парировать: «А разве они от этого хуже?» Отнесемся к этому утверждению не столь враждебно и попытаемся понять, что имеют в виду в действительности. Я думаю, что возражение, содержащееся в утверждении «машины не могут совершать ошибок», можно пояснить с помощью «игры в имитацию». Требуется, чтобы задающий вопросы отличил машину от человека, просто задавая им ряд арифметических задач; машина должна разоблачить себя вследствие своей

¹ Фраза в английском оригинале звучит так: «As between white man and white man, or between black man and black man» («между белым мужчиной и белым мужчиной, или между черным мужчиной и черным мужчиной»; «man» может переводиться и как «человек», и как «мужчина»). — *Примеч. ред.*

высокой точности. Ответ на эту аргументацию очень прост. Можно сделать так, чтобы машина (запрограммированная для участия в игре) не стремилась давать правильные ответы на арифметические задачи. Она может в известной мере специально вводить ошибки в вычисления, для того чтобы сбить с толку задающего вопросы. Что касается ошибок, связанных с механическими неисправностями, то такие ошибки обнаружат себя, по-видимому, тем, что ошибочный результат в этом случае окажется трудно подвести под некоторый общий род типичных арифметических ошибок. Однако даже такая интерпретация данного возражения не является приемлемой. Размеры настоящей статьи не позволяют нам остановиться на этом более подробно. Мне кажется, что это возражение возникает потому, что смешивают ошибки двух родов. Их можно называть «ошибками функционирования» и «ошибками вывода». Ошибки функционирования происходят вследствие некоторых механических или электрических неисправностей, в результате которых машина ведет себя не так, как это было намечено. В философских дискуссиях обычно отвлекаются от возможности ошибок такого рода; поэтому подвергают рассмотрению «абстрактные машины». Эти абстрактные машины — математические фикции, а не реально существующие объекты. По определению, они не могут иметь ошибок функционирования. В этом смысле мы действительно можем сказать, что «машины никогда не могут ошибаться». Ошибки вывода могут возникать лишь тогда, когда сигналу на выходе машины придан определенный смысл. Например, машина может выдавать в печат-

ном виде математические уравнения или какие-нибудь высказывания на русском (английском) языке. Если при этом печатается ложное предложение, мы говорим, что машина совершила ошибку вывода. У нас, очевидно, вовсе нет оснований для утверждения, что машина не может совершать ошибок этого рода. Например, она может только и делать, что печатать « $0=1$ ». В качестве более естественного примера рассмотрим машину, располагающую каким-то методом для того, чтобы делать заключения на основе неполной индукции. Мы должны ожидать, что такой метод в отдельных случаях будет давать ошибочные результаты.

На утверждение о том, что машина не может иметь предмет своей мысли самое себя, можно, конечно, дать ответ лишь в том случае, если бы было возможно показать, что машина вообще имеет какие-либо мысли, выражающие какое-либо предметное содержание. Все же выражение «предметное содержание машинных операций» имеет некоторый смысл, по крайней мере для тех, кто имеет дело с машинными вычислениями. Если, например, машина решает уравнение $x^2 - 40x - 11 = 0$, то уравнение можно считать частью предметного содержания операций машины в данный момент. В этом смысле содержанием операций машины, безусловно, может быть она сама. Ее можно использовать при составлении своей собственной программы или для предсказания последствий, вызываемых изменениями в ее устройстве. Наблюдая результаты своего поведения, машина сможет изменять свои собственные программы, с тем чтобы быть более эффективной в достижений некоторой

цели. Все это станет возможно в ближайшем будущем; это не утопические мечты.

Возражение, состоящее в том, что машина не отличается разнообразием поведения, является всего лишь способом выражения того обстоятельства, что она не обладает большой емкостью памяти. До самого последнего времени емкость памяти даже в тысячу цифр была очень редкой.

Все возражения, которые мы сейчас разбираем, часто являются просто замаскированной формой возражения с точки зрения сознания. Обычно, если утверждают, что машина может выполнить что-нибудь из того, что было перечислено в начале раздела 5, и при этом описывают сущность метода, которым пользуется машина, это не производит большого впечатления. Считают, что, в чем бы ни состоял этот метод, он должен быть весьма элементарным, так как носит механический характер. Сравните сказанное с тем, что говорит Джефферсон.

6. Возражение леди Лавлейс

Наиболее подробные сведения, которыми мы располагаем об Аналитической машине Бэббиджа, берутся из воспоминаний леди Лавлейс¹. В них она выс-

¹ Графиня Лавлейс, Ада Августа (Ada Augusta, Countess of Lovelace) принадлежала к тем немногим современникам Бэббиджа, которые вполне оценили значение его идей. Она была дочерью английского поэта Байрона (родилась в 1815 г., умерла в 1852 г.). Лавлейс получила хорошее математическое образование, сначала под руководством своей матери, а потом под руководством проф. Августа де Моргана (Augustus de Morgan), одного из создателей математической логики. С Бэббиджем и его машинами она познакомилась еще

казывает такую мысль: «Аналитическая машина не претендует на то, чтобы создавать что-то *действительно новое*. Машина может выполнить все то, что *мы умеем ей предписать*» (курсив леди Лавлейс). Это высказывание цитируется Хартри¹, который добавляет: «Отсюда не следует, что невозможно сконструировать электронное устройство, которое “мыслит”, или в котором, пользуясь биологическими терминами, можно вырабатывать условные рефлексы, на основе которых становится возможным “обучение”. Увлекательный и будирующий вопрос, подсказанный некоторыми из последних достижений, состоит в том, осуществимо это принципиально или нет. Однако не видно, чтобы машины, построенные или запроектированные до настоящего времени, обладали этим свойством».

Я полностью согласен с Хартри по этому вопросу. Следует отметить, что он вовсе не утверждает в категорической форме, что машины, о которых идет речь, не обладают этим свойством. Он лишь замеча-

в юности. В 1840 г. написала о Бэббидже работу и опубликовала ее в *Scientific Memoirs* (ed. by R. Taylor, 3, 1842, 691—731), присоединив к ней обширные примечания переводчика, более чем в два раза превосходившие по объему текст Менабреа. Эти примечания относились к принципам работы Аналитической машины и ее применению и были высоко оценены Бэббиджем. См: *Faster than Thought. A Symposium on Digital Computing Machines* Ed. by B.V. Bowden. London, 1953, chap. 1. В приложении к книге воспроизведены работа Менабреа в переводе Лавлейс и работа самой Лавлейс (Notes by the Translator).

¹ *Hartree D.R. Calculating Instruments and Machines*, New York, 1949.

ет, что данные, которыми располагала госпожа Лавлейс, не позволяли ей допустить этого. Весьма возможно, что машины, о которых шла речь, в некотором смысле обладали этим свойством. Действительно, пусть некоторая машина с дискретными состояниями обладает рассматриваемым свойством. Аналитическая машина Бэббиджа была универсальной цифровой вычислительной машиной; это значит, что если бы она обладала нужной емкостью памяти и необходимой скоростью работы, то, будь в нее введена соответствующая программа, она могла бы подражать этой машине. По-видимому, этот довод не приходил в голову ни Бэббиджу, ни графине Лавлейс. Во всяком случае от них нельзя требовать, чтобы они исчерпали все, что можно сказать по этому вопросу.

Весь этот вопрос будет рассмотрен еще раз в разделе, посвященном обучающимся машинам.

Один из вариантов аргумента госпожи Лавлейс — это утверждение, гласящее, что машина «никогда не может создать ничего подлинно нового». На секунду возразим поговоркой, что вообще «ничто не ново под Луной». Кто может быть уверенным в том, что выполненная им «оригинальная работа» не была ростком из зерна, посеянного образованием, или просто результатом применения хорошо известных общих принципов. Более удачный вариант этого возражения состоит в утверждении, что «машина никогда не может ничем поразить человека». Это утверждение представляет собой прямой вызов, который, однако, мы можем принять, не уклоняясь. Лично меня машины удивляют очень часто. В основном это происходит потому, что я не могу точно рассчитать, чего можно, а чего

нельзя ожидать от них, или (это бывает чаще) потому, что хотя я и провожу необходимые расчеты, однако делаю это в спешке, неряшливо, рискуя ошибиться. Вот я говорю себе: «По-видимому, электрическое напряжение здесь должно быть таким же, как там: во всяком случае, будем исходить из этого предположения». Само собой разумеется, что в таких случаях я часто ошибаюсь, и получающийся результат оказывается для меня неожиданностью, так как к тому времени, когда эксперимент заканчивается, сделанное допущение уже забыто мною. Эти предположения и натяжки я оставляю открытыми до лекции на тему о моих порочных методах работы. Однако я нисколько не сомневаюсь в том, что действительно испытываю удивление перед машинами.

Я не жду, что этот ответ заставит замолчать моего противника. Вероятно, он скажет, что это удивление происходит вследствие некоторого творческого умственного акта с моей стороны и отражает мое недоверие к машине. Но такая аргументация уводит от вопроса о том, может ли машина чем-либо удивить человека, и возвращает снова к возражению с точки зрения сознания. Этот способ аргументации должен, таким образом, считаться исчерпанным, хотя, быть может, стоит все же отметить то обстоятельство, что если нечто поражает нас своей неожиданностью, то удивление, которое мы испытываем, независимо от того, что является его источником: человек, книга, машина или еще что-нибудь, — требует «творческого умственного акта».

Мнение о том, что машины не могут чем-либо удивить человека, основывается, как я полагаю, на

одном заблуждении, которому в особенности подвержены математики и философы. Я имею в виду предположение о том, что коль скоро какой-то факт стал достоянием разума, тотчас же достоянием разума становятся все следствия из этого факта. Во многих случаях это предположение может быть весьма полезно, но слишком часто забывают, что оно ложно. Естественным следствием из него является взгляд, что якобы нет ничего особенного в умении выводить следствия из имеющихся данных, руководствуясь общими принципами.

7. Возражение, основанное на непрерывности действия нервной системы

Нет сомнения в том, что нервная система не является машиной с дискретными состояниями. Небольшая ошибка в информации относительно силы нервного импульса, действующего на нейрон, может привести к значительному изменению импульса на выходе. Исходя из этого можно было бы как будто предполагать, что нельзя имитировать поведение нервной системы с помощью машины с дискретными состояниями.

То, что машина с дискретными состояниями должна отличаться от машины непрерывного действия, это, конечно, справедливо. Однако если мы будем придерживаться условий «игры в имитацию», то задающий вопросы не сможет использовать это различие. Данную ситуацию можно сделать яснее, рассмотрев другую, более простую, машину непрерывного действия. Для этого особенно хорошо подходит дифференциальный анализатор. (Дифференциальный анализатор — это машина оп-

ределенного рода, не относящаяся к типу машин с дискретными состояниями, применяемая для вычислений некоторых видов¹.) Некоторые из дифференциальных анализаторов выдают ответы в напечатанном виде и поэтому пригодны для игры в имитацию. Цифровая вычислительная машина не может предсказать, какие в точности ответы даст дифференциальный анализатор, решая некоторую задачу, но зато она может сама находить ответы правильного характера на ту же задачу. Например, если требуется найти значение числа Π (в действительности приблизительно равное 3,1416), то цифровая вычислительная машина могла бы осуществлять случайный выбор его значения из множества чисел — 3,12; 3,13; 3,14; 3,15; 3,16, имеющих соответственно такие (например) вероятности выбора: 0,05; 0,15; 0,55; 0,18; 0,06. При этих условиях задающему вопросы будет очень трудно отличить дифференциальный анализатор от цифровой вычислительной машины.

¹ Дифференциальный анализатор — вычислительная машина, разработанная В.Бушем (Vannevar Bush) и его сотрудниками в Массачусетском технологическом институте в Кембридже (США) в конце 20-х годов и предназначенная для решения широкого класса обыкновенных дифференциальных уравнений. Дифференциальный анализатор — машина непрерывного действия; при решении задач мгновенные значения переменных выражаются положениями вращающихся валов машины (с учетом числа сделанных валом полных оборотов и направления вращения). Первая модель машины была чисто механическим устройством. В дальнейшем дифференциальный анализатор был усовершенствован его автором и превратился в электромеханическую машину.

8. Возражение с точки зрения неформальности поведения человека.

Невозможно выработать правила, предписывающие, что именно должен делать человек во всех случаях, при всевозможных обстоятельствах. Например, пусть имеется правило, согласно которому человеку следует остановиться, если включен красный свет светофора, и продолжать движение, если свет зеленый; но как быть, если по ошибке оба световых сигнала появятся одновременно? По-видимому, безопаснее всего остановиться. Однако это решение в дальнейшем может быть источником каких-либо новых затруднений. Рассуждая так, мы приходим к заключению, что любая попытка сформулировать правила действия, предусматривающие любой возможный случай, обречена на провал, даже если ограничиться областью транспортной сигнализации. Со всем этим я согласен.

Основываясь на сказанном, доказывают, что мы не можем быть машинами. Я попытаюсь воспроизвести это доказательство, хотя боюсь, что вряд ли сумею сделать это хорошо. Выглядит оно приблизительно так: «Если бы каждый человек обладал определенной совокупностью правил действия, следуя которым он живет, он был бы не чем иным, как машиной. Однако таких правил не существует. Следовательно, человек не может быть машиной». В этом рассуждении бросается в глаза ошибка, связанная с распределенностью термина. Я не думаю, чтобы когда-нибудь это возражение излагали именно в такой форме, однако я убежден, что рассуждение этого рода все же находит применение. Однако оно ос-

новано на смешении терминов «правила действия» (rules of conduct) и «законы поведения» (laws of behaviour), что затемняет вопрос. Под «правилами действия» я понимаю такие предписания, как «Остановитесь, если увидите красный свет»; такие предписания могут определять наши действия и осознаваться нами. Под «законами поведения» я понимаю управляющие человеком естественные законы, например: «Если человека ущипнуть, он вскрикнет». Если в приведенном выше рассуждении вместо «правил действия, которыми человек руководствуется в своей жизни», подставить «законы поведения, управляющие жизнью человека», то ошибка, связанная с нераспределенностью термина, оказывается вполне устранимой¹.

¹ Если в приведенном выше рассуждении вместо «правил действия» подставить «законы поведения» (в смысле, разъясненном в тексте), то логическая ошибка легко устраняется за счет замены посылки обратным ей суждением: «Все машины отличаются тем, что их поведение полностью определено некоторыми законами» (в истинности которого, говорит Тьюринг, мы убеждены), в котором термин «машины» распределен (так как речь идет обо всех машинах). Но тут оказывается, что в отличие от случая, когда речь шла о «правилах действия», истинность второй посылки вызывает сомнения; по мнению Тьюринга, мы не имеем возможности убедиться в ее достоверности.

Имеется в виду очень распространенная логическая ошибка. Ошибочное рассуждение, которое рассматривается в тексте, таково: «Если бы все действия человека определялись некоторой совокупностью правил, то он был бы машиной. Но у человека нет такой совокупности правил. Значит, человек не есть машина». — *Примеч. ред.*

Ибо мы убеждены не только в том, что быть управляемым законами поведения — значит быть некоторым родом машины (не обязательно машиной с дискретными состояниями), но что и, наоборот, быть такой машиной означает быть управляемым законами поведения. Однако в отсутствии законов поведения, которые в своей совокупности полностью определяли бы нашу жизнь, нельзя убедиться столь же легко, как в отсутствии законченного списка правил действия. Единственно известный нам способ отыскания таких законов есть научное наблюдение, и, конечно, мы никогда и ни при каких обстоятельствах не можем сказать: «Мы уже достаточно исследовали. Законов, которые полностью бы определяли нашу жизнь и поведение, не существует».

Мы можем с большей убедительностью показать, что любое утверждение такого рода является неоправданным. Действительно, допустим, что мы были бы в состоянии отыскать такие законы (если они существуют). Тогда, если нам будет дана некоторая машина с дискретными состояниями, становится возможным получить посредством наблюдения над ней достаточно данных, чтобы предсказать ее поведение в будущем, причем сделать это можно будет в приемлемый срок, скажем, в 1000 лет. Но, по-видимому, дело обстоит не так. Я вводил в манчестерскую вычислительную машину небольшую программу, занимающую 1000 ячеек памяти, используя которую машина в ответ на введенное в нее 16-значное число выдает в течение двух секунд другое 16-значное число. Попробуйте-ка извлечь из этого такую информацию о программе машины, которая была бы достаточно для предсказания ее от-

вета на любое еще не испробованное число. Держу пари, что вам это не удастся.

9. Возражение с точки зрения сверхчувственного восприятия.

Я предполагаю, что читателю знакомо понятие о сверхчувственном восприятии и его четырех разновидностях, а именно: о телепатии, ясновидении, способности к прорицанию и психокинезе. Эти поразительные явления, по-видимому, опровергают все наши обычные научные представления. Как бы нам хотелось доказать их несостоятельность! К несчастью, статистические данные, по крайней мере в случае телепатии, на их стороне. Очень трудно перестроить наши представления так, чтобы охватить и эти новые факты, ибо тот, кто верит в сверхчувственное восприятие, по-видимому, не так уже далек от веры в чертей и духов. Ведь взгляд, что жизнь и деятельность человека подчиняются только естественным законам (laws of physics) — как тем, которые уже известны нам, так и тем, которые еще не открыты, но которые предполагаются в некотором смысле аналогичными уже открытым, — напрашивается прежде всего.

Возражение с точки зрения сверхчувственного восприятия, по моему мнению, является достаточно серьезным. На него можно было бы возразить, сказав, что многие научные теории, несмотря на весь шум вокруг сверхчувственного восприятия, остаются применимыми на практике, так что в действительности можно прекрасно обойтись и без него, попросту забыв о его существовании. Это, пожалуй, слабое утешение; есть опасение, что мышление относится как раз к одному из тех явлений, к которым

сверхчувственное восприятие имеет, быть может, непосредственное отношение.

Не в столь общей форме возражение, основанное на сверхчувственном восприятии, может быть выражено так: «Будем играть в имитацию, используя в качестве отвечающих на вопросы человека, способного воспринимать телепатические воздействия, и цифровую вычислительную машину.

Задающий вопросы может сформулировать, например, такой вопрос: «Какой масти карта в моей правой руке?». Человек с помощью телепатии или ясновидения дает правильные ответы в 130 случаях из 400. Ответы же машины могут только случайно оказаться правильными, и она сможет угадать масть, скажем, лишь в 104 случаях. Это позволит задающему вопросы отличить человека от машины».

Здесь открывается интересная возможность. Допустим, что в нашей цифровой вычислительной машине имеется устройство случайной выдачи чисел. Тогда весьма естественно использовать его для получения ответов на вопросы. Но тогда это устройство случайной выдачи чисел будет находиться под влиянием психокинетических способностей задающего вопросы. Возможно, что психокинез приведет к тому, что машина будет давать правильные ответы гораздо чаще, чем этого следует ожидать, исходя из вероятностных расчетов, так что задающий вопросы может оказаться не в состоянии сделать правильное заключение относительно того, кто из участников человек, а кто машина. С другой стороны, он может, вообще не задавая никаких вопросов, узнать это с помощью ясновидения: если в дело вмешивается сверхчувственное восприятие, возможно еще и не такое.

Если считать, что телепатия возможна, необходимо ввести ограничения в наш критерий. Можно, например, требовать, чтобы ситуация была аналогична той, которая возникает, когда задающий вопросы обращается к самому себе, а один из участников игры подслушивает его через стенку. Чтобы удовлетворить всем требованиям нашей игры, отвечающих на вопросы следовало бы поместить в комнату, «защищенную от телепатии».

VII. ОБУЧАЮЩИЕСЯ МАШИНЫ

Читатель, вероятно, уже почувствовал, что у меня нет особенно убедительных аргументов позитивного характера в пользу своей собственной точки зрения. Если бы у меня были такие аргументы, я не стал бы так мучиться, разбирая ошибки, содержащиеся в мнениях, противоположных моему собственному. Сейчас я изложу те доводы, которыми я располагаю.

Вернемся на секунду к возражению графини Лавлейс, согласно которому машина может выполнять лишь то, что мы ей приказываем. Можно сказать, что человек «вставляет» в машину ту или иную идею, и машина, прореагировав на нее некоторым образом, возвращается затем к состоянию покоя, подобно фортепианной струне, по которой ударил молоточек. Другое сравнение: атомный реактор, размеры которого не превышают критических. Идея, вводимая человеком в машину, соответствует здесь нейтрону, влетающему в реактор извне. Каждый такой нейтрон вызывает некоторое возмущение, которое в конце концов замирает. Но если ве-

личина реактора превосходит критические размеры, то весьма вероятно, что возмущение, вызванное влетевшим нейтроном, будет нарастать и приведет в конце концов к разрушению реактора. Имеют ли место аналогичные явления в случае человеческого разума и существует ли нечто подобное в случае машин? В первом случае, кажется, следует дать утвердительный ответ. Большинство умов, по-видимому, являются «подкритическими», т. е. соответствуют, если пользоваться приведенным выше сравнением, подкритическим размерам атомного реактора. Идея, ставшая достоянием такого ума, в среднем порождает менее одной идеи в ответ. Несравненно меньшую часть умов составляют умы надкритические. Идея, ставшая достоянием такого ума, может породить целую «теорию», состоящую из вторичных, третичных и еще более отдаленных идей. Ум (mind) животных, по-видимому, явным образом подкритичен. Развивая нашу аналогию, мы ставим вопрос: «Можно ли сделать машину надкритической?».

Для уяснения поставленного вопроса имеет смысл прибегнуть еще к одной аналогии, именно — уподобить человеческий разум луковице. Рассматривая функции ума или мозга, мы обнаруживаем определенные операции, которые возможно полностью объяснить в терминах чисто механического процесса. Можно сказать, что они не соответствуют подлинному разуму: это своего рода «кожица», которую следует удалить, для того чтобы обнаружить настоящий разум. Однако рассматривая оставшуюся часть, мы снова найдем «кожицу», которую следует удалить, и т. д. Возникает вопрос: если мы будем продолжать этот процесс, удастся ли нам прийти когда-нибудь к «настоящему» разуму или же в

конце концов мы снимем кожицу, под которой ничего не останется? В последнем случае мы считаем, что разум имеет механический характер. (Правда, он не может быть машиной с дискретными состояниями. Этот вопрос мы уже рассматривали.)

Два последних абзаца вовсе не претендуют на роль убедительных доказательств. Их скорее следовало бы считать аргументами риторического характера.

Единственно убедительное доказательство, которое могло бы подтвердить правильность нашей точки зрения, приведено в начале раздела и состоит в том, чтобы подождать до конца нашего столетия и провести описанный эксперимент. А что же можно сказать в настоящее время? И что можно было бы предпринять уже сейчас, если исходить из предположения, что эксперимент окажется успешным? Как я уже объяснял, проблема заключается главным образом в программировании. Прогресс в инженерном деле также необходим, однако маловероятно, чтобы затруднение возникло с этой стороны. Оценки емкости памяти человеческого мозга колеблются от 10^{10} до 10^{15} двоичных единиц. Я склоняюсь к нижней границе и убежден, что лишь очень небольшая доля емкости памяти человека используется в высших типах мышления, причем из того, что используется, большая часть служит сохранению зрительных восприятий. Для меня было бы неожиданностью, если бы оказалось, что для игры в имитацию на удовлетворительном уровне требуется емкость памяти, превышающая 10^9 , во всяком случае если бы игра велась против слепого человека. (Заметьте: емкость «Британской энциклопедии», 11-е изд., составляет 2×10^9 .) Емкость памяти, равная

10^7 , практически представляется вполне осуществимой даже при современном состоянии техники. Вероятно, нет необходимости вообще далее увеличивать скорость машинных операций. Те части современных машин, которые можно рассматривать как аналоги нервных клеток, работают примерно в тысячу раз быстрее последних.

Это создает «запас надежности», могущий компенсировать потери в быстроте, возникающие во многих случаях. Перед нами стоит задача составить машинную программу для игры в имитацию. В настоящее время скорость моей работы программиста составляет примерно тысячу знаков в день; если исходить из такой скорости программирования, то получится, что шестьдесят работников могли бы полностью закончить работу, о которой идет речь, если бы они работали непрерывно в течение пятидесяти лет, при условии, конечно, что ничего не пойдет в корзину для бумаг. Желателен, по-видимому, какой-нибудь более производительный метод.

Пытаясь имитировать ум (mind) взрослого человека, мы вынуждены много размышлять о том процессе, в результате которого человеческий интеллект достиг своего нынешнего состояния. Мы можем выделить три компонента:

- 1) первоначальное состояние ума, скажем, в момент рождения;
- 2) воспитание, объектом которого он был;
- 3) другого рода опыт, воздействовавший на ум, — опыт, который нельзя назвать воспитанием.

Почему бы нам, вместо того чтобы пытаться создать программу, имитирующую ум взрослого, не попытаться создать программу, которая бы имитировала ум ребенка? Ведь если ум ребенка получает

соответствующее воспитание, он становится умом взрослого человека. Как можно предположить, мозг ребенка в некотором отношении подобен блокноту, который мы покупаем в киоске: совсем небольшой механизм и очень много чистой бумаги. Наш расчет состоит в том, что механизм в мозгу ребенка настолько несложен, что устройство, ему подобное, может быть легко запрограммировано. В качестве первого приближения можно предположить, что количество труда, необходимое для воспитания такой машины, почти совпадает с тем, которое необходимо для воспитания ребенка.

Таким образом, мы расчленили нашу проблему на две части: на задачу построить «программу-ребенка» и задачу осуществить процесс воспитания. Обе эти части тесно связаны друг с другом. Вряд ли нам удастся получить хорошую «машину-ребенка» с первой же попытки. Надо провести эксперимент по обучению какой-либо из машин такого рода и выяснить, как она поддается научению. Затем провести тот же эксперимент с другой машиной и установить, какая из двух машин лучше. Существует очевидная связь между этим процессом и эволюцией в живой природе, которая обнаруживается, когда мы отождествляем:

- структуру «машины-ребенка» с наследственным материалом;
- изменения, происходящие в «машине-ребенке», с мутациями;
- решение экспериментатора с естественным отбором.

Тем не менее можно надеяться, что этот процесс будет протекать быстрее, чем эволюция. Выживание наиболее приспособленных является слишком

медленным способом оценки преимуществ. Экспериментатор, применяя силу интеллекта, может ускорить процесс оценки. В равной степени важно и то, что он не ограничен использованием только случайных мутаций. Если экспериментатор может проследить причину некоторого недостатка, он, вероятно, в состоянии придумать и такого рода мутацию, которая приведет к необходимому улучшению.

Невозможно применять в точности один и тот же процесс обучения как к машине, так и к нормально развитому ребенку. Например, машину нельзя снабдить ногами, поэтому ее нельзя попросить выйти и принести ведро угля. Машина, по-видимому, не будет обладать глазами. И как бы хорошо ни удалось восполнить эти недостатки с помощью различных остроумных приспособлений, такое существо нельзя будет послать в школу без того, чтобы другие дети не потешались над ним. И вот такое существо мы должны чему-то научить. Отметим, что не стоит особенно беспокоиться относительно ног, глаз и т. д. Пример мисс Елены Келлер¹

¹ Елена Келлер (Helen Keller) (1880—1968) — американская слепоглухонемая, получившая высшее образование. В возрасте полутора лет в результате болезни потеряла зрение и слух и стала немой. Когда девочке было 6 лет, родители пригласили воспитательницу, которая посредством осязания научила ребенка говорить, а затем читать и писать (по системе для слепых). Е. Келлер прошла школьный курс, изучила языки, окончила университет; она является автором ряда книг.

Случай Е. Келлер — не единственный случай воспитания слепоглухонемых. В Академии педагогических наук РСФСР в качестве научного сотрудника

показывает, что воспитание возможно, если только удастся тем или иным способом установить двухстороннюю связь между учителем и учеником.

Обычно процесс обучения в нашем представлении связан с наказаниями и поощрениями. Идея применения какой-либо формы этого принципа обучения может лежать в основе конструирования и программирования некоторых простых «машин-детей». В этом случае машину следует устроить таким образом, чтобы поступление в нее сигнала-«наказания» приводило к резкому уменьшению вероятности повторения тех реакций машины, которые непосредственно предшествовали этому сигналу, в то время как сигнал-«поощрение», наоборот, увеличивал бы вероятность тех реакций, которые ему предшествовали (которые его «вызвали»). Все это не предполагает со стороны машины никаких чувств. Я проделал несколько экспериментов с одной такой «машиной-ребенком» и достиг кое-какого успеха в обучении ее некоторым вещам, но метод обучения был слишком необычен, чтобы эксперимент можно было считать действительно успешным.

Применение поощрений и наказаний в лучшем случае может быть лишь частью процесса обучения. Проще говоря, если у учителя нет других средств общения со своими учениками, то количество информации, которое может получить ученик, не превышает общего числа примененных к нему поощре-

работала О.И. Скороходова, которая в 5 лет потеряла зрение и слух. Она была воспитана в Харьковской клинике для слепоглухонемых детей. Известна книга О.И. Скороходовой «Как я воспринимаю и представляю окружающий мир». М., 1954. — *Примеч. ред.*

ний и наказаний. Вероятно, к тому времени, когда ребенок выучит наизусть стихотворение «Касабьянка»¹, он будет до крайности измучен, если процесс обучения будет идти по методу игры в «20 вопросов»², причем каждое «нет» учителя будет принимать для ученика форму подзатыльника. В силу этого необходимо иметь какие-то другие, «неэмоциональные» каналы связи. Если такие каналы имеются, то, применяя поощрения и наказания, машину можно было бы научить выполнять команды, отдаваемые на каком-либо — например, символическом — языке. Эти команды следует передавать по «неэмоциональным каналам». Применение такого символического языка значительно снизит число требуемых поощрений и наказаний.

О том, какая степень сложности является наиболее пригодной для «машины-ребенка», могут быть

¹ «Касабьянка» (Casabianca) — стихотворение английской поэтессы Фелиции Хеманс (Felicia Hemans, 1793—1835). Повествует о мальчике десяти лет, сыне капитана Касабьянки, который вместе с отцом погиб на горящем военном корабле, отказавшись покинуть судно, взорванное командиром Касабьянкой во время морского боя.

² «Двадцать вопросов» — распространенная в Англии игра в вопросы и ответы. Обычно ведется так. Один из играющих задумывает некоторое понятие. Другой играющий отгадывает задуманное, задавая вопросы, предполагающие ответы (обязательно правдивые) вида «да» или «нет». Количество вопросов, которое имеет право задать отгадчик, не должно превышать некоторого заранее установленного числа. Отгадчик выигрывает, если при указанных условиях отгадает, что же было задумано первым играющим.

различные мнения. Можно стремиться к тому, чтобы «машина-ребенок» была настолько простой, насколько этого возможно добиться, не нарушая общих принципов. Можно идти противоположным путем: «встраивать» сложную систему логического вывода¹. В последнем случае значительную часть запоминающего устройства заняли бы определения и суждения (propositions). Суждения по своему характеру должны быть различного рода, например: утверждения о хорошо известных фактах, предположения, математически доказанные теоремы, высказывания авторитетных лиц, выражения, по своей логической форме являющиеся суждениями, но не претендующие на верность. Некоторые из этих суждений могут быть охарактеризованы как «приказания». Машину следует устроить так, чтобы, как только некоторое приказание будет оценено ею как «вполне достоверное» (well-established), автоматически выполнялась соответствующая операция. Чтобы пояснить это, предположим, что учитель говорит машине: «Теперь выполняй домашнее задание», — а машина реагирует на это тем, что ситуация «Учитель говорит машине: “Теперь выполняй домашнее задание”» включается в число вполне достоверных фактов. Другим фактом такого же рода в ней может быть: «Все, что говорит учитель, истинно». Комбинация этих фактов может в заключение привести к тому, что приказание «Теперь выполняй домашнее задание» также будет включено в разряд

¹ Лучше сказать «впрограммировать», так как наша «машина-ребенок» будет программироваться на цифровой вычислительной машине. Однако указанная логическая система не будет обучаемой.

вполне надежных фактов, а это, в свою очередь, в силу устройства нашей машины, приведет к тому, что последняя действительно начнет выполнять домашнее задание, — что нам и было нужно. Процесс логического вывода, применяемый машиной, вовсе не обязательно должен быть таков, чтобы он удовлетворял требованиям самых строгих логиков. Например, может отсутствовать иерархия типов¹. Но это отнюдь не означает, что вероятность связанной с этим ошибки, которую может сделать машина, больше вероятности того, что человек может упасть в пропасть, если ее край не будет огорожен. В рассматриваемом случае подходящие приказания (выраженные внутри системы формального вывода, а не составляющие часть ее правил), например, такие, как «Не используйте некоторый класс, если он не является подклассом класса, который ранее упоминался учителем», могут иметь эффект, аналогичный тому, какой имеет предупреждение: «Не подходите слишком близко к краю обрыва».

Приказания, которые может выполнять машина, не имеющая ни рук, ни ног, должны касаться преимущественно интеллектуальных сторон деятельности, как это было в приведенном выше примере (с домашним заданием). Из такого рода приказов наиболее важными будут приказания, определяющие порядок, в котором следует применять правила рассматриваемой логической системы. Ибо на каждой стадии применения логической системы перед

¹ Имеется в виду иерархия типов, предложенная Бертрамом Расселом с целью избежать противоречий (антиномий), обнаруженных в логике и теории множеств в конце XIX — начале XX столетия.

нами открывается большое число возможных шагов, которые исключают друг друга и любой из которых мы можем осуществить, следуя правилам рассматриваемой системы. Как производится такой выбор — в этом и выражается различие между глубоким и посредственным умом, но это не имеет отношения к правильности или неправильности рассуждений. Суждения, которые порождают приказания такого рода, могут быть, например, такими: «Если упоминается Сократ, применяй силлогизм модуса Barbara» — или: «Если один метод приводит к результату быстрее, чем второй, не применяй более медленного». Одни из них могут исходить от «авторитетного лица», другие же могут вырабатываться самой машиной, например, с помощью неполной индукции¹.

Некоторым читателям мысль об обучающейся машине может показаться парадоксальной. Как могут меняться правила, по которым машина производит операции? Ведь правила должны полностью описывать поведение машины независимо от того, какова была ее предыстория и какие изменения она претерпела. Таким образом, правила должны быть абсолютно инвариантными относительно времени. Все это, конечно, верно. Объяснение этого парадокса состоит в том, что правила, которые меняются в

¹ Модус силлогизма — схема (правило) логического умозаключения. Понятие модуса силлогизма относится к схоластической (восходящей к Аристотелю) логике; каждый из модусов имеет специальное название. Классический пример умозаключения по модусу Barbara следующий: «Все люди смертны. Сократ — человек. Следовательно, Сократ смертен». — *Примеч. ред.*

процессе научения, не претендуют на это, ибо их применимость носит преходящий характер. Читатель может провести параллель с Конституцией Соединенных Штатов¹.

Важная особенность обучающейся машины состоит в том, что ее учитель в значительной мере не осведомлен о многом из того, что происходит внутри нее, хотя он все же в состоянии в известных пределах предсказывать поведение своей ученицы. Сказанное особенно применимо к дальнейшему воспитанию машины, прошедшей уже хорошую подготовку и вышедшей из начальной стадии «машины-ребенка». Такое положение, очевидно, в корне отличается от обычного подхода, связанного с применением машин для вычислений, когда мы стремимся к тому, чтобы иметь ясное представление о состоянии машины в любой момент вычисления, достичь чего можно лишь с трудом. В свете сказанного взгляд, что «машина может выполнить только то, что мы умеем ей предписать², кажется странным. Большинство программ, которые мы можем ввести в машину, вызывают в ее работе кое-что такое, что мы вообще не в состоянии осмыслить или рассматриваем как чисто случайное поведение. Интеллектуальное (intelligent) поведение предполагает, по-видимому, некоторое отступление от абсолютно детерминиро-

¹ К Конституции США (выработана и утверждена в 1787—1789 гг.) при сохранении ее основного содержания (изменения и дополнения к американской Конституции обставлены весьма сложной процедурой) за время, истекшее после ее принятия, был сделан целый ряд поправок (более двадцати).

² Сравните эту формулировку с высказыванием госпожи Лавлейс, в котором нет слова «только».

ванного (disciplined) поведения в процессе вычисления; это отступление, однако, должно быть очень незначительным, чтобы не вызвать полностью беспорядочного поведения или бессмысленных повторений отдельных циклов. Другой важный результат обучения как способа подготовки нашей машины для участия в игре в имитацию, состоит в том, что «присущая человеку склонность к ошибкам» будет, по-видимому, обойдена естественным образом, т. е. без специального «натаскивания». Процесс обучения не обязательно должен быть успешным во всех случаях; если бы это было так, то не встречались бы случаи неудачи в обучении.

Вероятно, в обучающуюся машину имеет смысл ввести случайный элемент. Случайный элемент довольно полезен, когда мы ищем решение какой-нибудь задачи. Пусть, например, требуется найти число, расположенное между 50 и 200 и равное квадрату суммы своих цифр; мы можем сначала проверить число 51, затем 52 и продолжать до тех пор, пока не найдем то, которое удовлетворяет условию задачи. Но мы можем поступить и иначе: выбирать числа наугад до тех пор, пока не получим то, которое нам нужно. Этот метод имеет то преимущество, что он не требует хранения в памяти уже проверенных значений; однако он имеет и отрицательную сторону, состоящую в том, что одно и то же число может быть подвергнуто проверке повторно, но это не так уж существенно, если задача имеет несколько решений. Систематический метод имеет другой недостаток: может случиться, что придется проверять массу значений, не содержащих ни одного решения, прежде чем будет найдено первое число, обладающее нужным свойством.

В нашем случае процесс обучения можно рассматривать как поиски такой формы поведения, которая бы удовлетворяла требованиям учителя (или какому-нибудь другому критерию). Поскольку в этом случае, по-видимому, имеется весьма большое число решений, отвечающих предъявленным требованиям, постольку метод случайного выбора представляется нам предпочтительнее систематического. Следует отметить, что метод случайного выбора применяется и в другом аналогичном процессе — в эволюции. Но там систематический метод невозможен вообще. Неясно, каким образом было бы возможней в процессе эволюции сохранять информацию о тех разнообразных генетических комбинациях, которые были испробованы, с тем чтобы предупредить возможность их повторного применения.

Мы можем надеяться, что машины в конце концов будут успешно соперничать с людьми во всех чисто интеллектуальных областях. Но какие из этих областей наиболее пригодны для того, чтобы начать именно с них? Решение даже этого вопроса наталкивается на затруднения. Многие считают, что начать лучше всего с какой-нибудь очень абстрактной деятельности, например с игры в шахматы. Другие предлагают снабдить машину хорошими органами чувств, а затем научить ее понимать и говорить по-английски. В этом случае машину можно будет обучать, как ребенка: указывать на предметы и называть их и т. д. В чем состоит правильный ответ на этот вопрос, я не знаю, но думаю, что следует испытать оба подхода.

Мы можем заглядывать вперед лишь на очень небольшое расстояние, но уже сейчас очевидно, что нам предстоит еще очень многое сделать в той области, которая была предметом настоящей статьи.

АВТОМАТЫ И ЖИЗНЬ

Мой доклад «Автоматы и жизнь», подготовленный для семинара научных работников и аспирантов механико-математического факультета Московского государственного университета, вызвал интерес у самых широких кругов слушателей. Популярное изложение доклада подготовлено моей сотрудницей по лаборатории вероятностных и статистических методов МГУ Н.Г. Рычковой. Изложение это во всех существенных чертах правильно, хотя иногда словесное оформление мысли, а следовательно, и некоторые ее оттенки принадлежат Н.Г. Рычковой.

Подчеркну основные идеи доклада, имеющие наиболее широкий интерес.

I. Определение жизни как «особой формы существования белковых тел» (Энгельс) было прогрессивно и правильно, пока мы имели дело только с конкретными формами жизни, развившимися на Земле. В век космонавтики возникает реальная возможность встречи с «формами движения материи» (см. статью «Жизнь» в Большой Советской Энциклопедии), обладающими основными практически важными

для нас свойствами живых и даже мыслящих существ, устроенных иначе. Поэтому приобретает вполне реальное значение задача более общего определения понятия жизни.

II. Современная электронная техника открывает весьма широкие возможности моделирования жизни и мышления. Дискретный (арифметический) характер современных вычислительных машин и автоматов не создает в этом отношении существенных ограничений. Системы из очень большого числа элементов, каждый из которых действует чисто «арифметически», могут приобретать качественно новые свойства.

III. Если свойство той или иной материальной системы «быть живой» или обладать способностью «мыслить» будет определено чисто функциональным образом (например, любая материальная система, с которой можно разумно обсуждать проблемы современной науки или литературы, будет признаваться мыслящей), то придется признать в принципе вполне осуществимым искусственное создание живых и мыслящих существ.

IV. При этом, однако, следует помнить, что реальные успехи кибернетики и автоматики на этом пути значительно более скромны, чем иногда изображается в популярных книгах и статьях. Например, при описании «самообучающихся» автоматов или автоматов, способных «сочинять» музыку или писать стихи, иногда исходят из крайне упрощенного представления о действительном характере высшей нервной деятельности человека, и в частности творческой деятельности.

V. Реальное продвижение в направлении понимания механизма высшей нервной деятельности, включая и высшие проявления человеческого твор-

чества, естественно, не может ничего убавить в ценности и красоте творческих достижений человека. Я думаю, что это и хотела сказать редакция журнала «Техника — молодежи», сделав лозунг «Материализм — это прекрасно!» одним из подзаголовков в изложении моего доклада.

25 августа 1961 г.

Я принадлежу к тем крайне отчаянным кибернетикам, которые не видят никаких принципиальных ограничений в кибернетическом подходе к проблеме жизни и полагают, что можно анализировать жизнь во всей ее полноте, в том числе и человеческое сознание со всей его сложностью, методами кибернетики.

Очень часто задают такие вопросы:

— Могут ли машины воспроизводить себе подобных и может ли в процессе самовоспроизведения происходить прогрессивная эволюция, приводящая к созданию машин, существенно более совершенных, чем исходные?

— Могут ли машины испытывать эмоции: радоваться, грустить, быть недовольными чем-нибудь, чего-нибудь хотеть?

— Могут ли, наконец, машины сами ставить перед собой задачи, не поставленные перед ними их конструкторами?

Иногда пытаются отделаться от этих вопросов или обосновать отрицательные ответы на них, предлагая, например, определить понятие «машина» как нечто, каждый раз искусственно создаваемое человеком. При таком определении часть вопросов, скажем первый, автоматически отпадает. Но вряд ли можно считать разумным упорное нежелание разоб-

раться в вопросах, действительно интересных и сложных, прикрываясь насильственно ограниченным пониманием терминов.

Вопрос о том, можно ли на пути кибернетического подхода к анализу жизненных явлений создать подлинную, настоящую жизнь, которая будет самостоятельно продолжаться и развиваться, остается насущной проблемой современности. Уже сейчас он актуален, годен для серьезного обсуждения, ибо изучение аналогий между искусственными автоматами и настоящей живой системой уже сейчас служит принципом исследования самих явлений жизни, с одной стороны, и способом, помогающим изыскивать пути создания новых автоматов, — с другой.

Есть и другой способ сразу ответить на все эти вопросы. Он заключается в ссылке на математическую теорию алгоритмов. Математикам хорошо известно, что в пределах каждой формальной системы, достаточно богатой математически, можно сформулировать вопросы, которые кажутся содержательными, осмысленными и должны предполагать наличие определенного ответа, хотя в пределах данной системы такого ответа найти нельзя. Вот поэтому-то и провозглашается, что развитие самой формальной системы есть задача машины, а обдумывание правильного ответа на вопрос — это уже дело человека, преимущественное свойство человеческого мышления.

Такая аргументация, однако, использует идеализированное толкование понятия «мышление», с помощью которого можно легко доказать, что не только машина, но и сам человек мыслить не могут. Здесь предполагается, что человек может давать правильные ответы на любые вопросы, в том числе

и на поставленные неформально, а мозг человека способен производить неограниченно сложные формальные выкладки. Между тем нет никаких оснований представлять себе человека столь идеализированным образом — как бесконечной сложности организм, в котором уместается бесконечное количество истин. Чтобы достичь такого положения, заметим в шутку, пришлось бы расселить человечество по звездным мирам, чтобы, пользуясь бесконечностью мира, организовать формальные логические выкладки в бесконечном пространстве и даже передавать их по наследству. Тогда можно было бы считать, что любой математический алгоритм человечество может развить до бесконечности.

Но вряд ли эта аргументация имеет отношение к реальному вопросу. И уж во всяком случае это не возражение против постановки вопроса о том, возможно ли создание искусственных живых существ, способных к размножению и прогрессивной эволюции, в высших формах обладающих эмоцией, волей и мышлением.

Этот же вопрос поставлен изящно, но формально математиком Тьюрингом в его книге «Может ли машина мыслить?».

Можно ли построить машину, которую нельзя было бы отличить от человека? Такая постановка как будто ничуть не хуже нашей и к тому же проще и короче. На самом же деле она не вполне отражает суть дела. Ведь по существу, интересен не вопрос о том, можно ли создать автоматы, воспроизводящие известные нам свойства человека; хочется знать, можно ли создать новую жизнь, столь же высокоорганизованную, хотя, может быть, очень своеобразную и совсем непохожую на нашу. В современной

научной фантастике сейчас появляются произведения, затрагивающие эти темы. Интересен и остроумен рассказ «Друг» в сборнике Станислава Лема «Вторжение с Альдебарана» о машине, пожелавшей управлять человечеством. Однако фантазия романистов не отличается особой изобретательностью. И.А. Ефремов, например, выдвигает концепцию, что «все совершенное похоже друг на друга». Стало быть, у высокоорганизованного существа должны быть, по его мнению, два глаза и нос, хотя, может быть, и несколько измененной формы. В век космонавтики не праздно предположение, что нам, возможно, придется столкнуться с другими живыми существами, весьма высокоорганизованными и в то же время совершенно на нас непохожими. Сможем ли мы установить, каков внутренний мир этих существ, способны ли они к мышлению, присущи ли им эстетические переживания, идеалы красоты или чужды и т. п. Почему бы, например, высокоорганизованному существу не иметь вид тонкой пленки — плесени, распластанной на камнях?

1. ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ?

Возможно ли искусственное разумное существо?

Поставленный нами вопрос тесно связан с другими: а что такое жизнь, что такое мышление, что такое эмоциональная жизнь, эстетические переживания? В чем, скажем, состоит отличие последних от простых элементарных удовольствий — от пирога, например, или еще чего-нибудь в этом роде? Если говорить в более серьезном тоне, то можно сказать следующее: точное определение таких по-

нений, как воля, мышление, эмоции, еще не удалось сформулировать. Но на естественно-научном уровне строгости такое определение возможно. Если мы не признаем эту возможность, мы окажемся безоружными против аргументов солипсизма.

Хотелось бы научиться на основании фактов поведения, например, делать выводы о внутреннем состоянии живого высокоорганизованного существа.

Как изучать высшую нервную деятельность, используя кибернетический подход? Здесь открываются следующие пути: во-первых, можно детально изучать само поведение животных или человека; во-вторых, изучать устройство их мозга; можно, наконец, иногда довольствоваться и так называемым симпатическим пониманием. Если, скажем, просто внимательно наблюдать кошку или собаку, то, и не зная науки о поведении и условных рефлексах, можно прекрасно понять, что они думают и чего хотят. Несколько труднее достигнуть такого понимания с птицами или, например, с рыбами, но вряд ли и это невозможно. Это вопрос не новый, частично он уже решен, частично легко решаем, частично — трудно. Опыт индуктивного развития науки говорит нам, что все вопросы, долго не находившие решения, постепенно разрешаются, и вряд ли нужно думать, что именно здесь существуют заранее установленные пределы, дальше которых продвинуться нельзя.

Если считать, что анализ любой высокоорганизованной системы естественно входит в состав кибернетики, придется отказаться от распространенного мнения, что основы кибернетики включают в себя лишь изучение систем, имеющих заранее назначенные цели. Часто кибернетику определяют

как науку, занимающуюся изучением управляющих систем. Считается, что все такие системы обладают общими свойствами и свойство номер один у них — наличие цели. Это верно лишь до тех пор, пока все, что мы выделяем в качестве организованных систем, управляющих собственной деятельностью, похоже на нас самих. Однако если мы хотим методами кибернетики изучать происхождение таких систем, их естественную эволюцию, то такое определение становится узким. Вряд ли кибернетика поручит какой-либо другой науке выяснять, каким образом обычная причинная связь в сложных системах путем естественного развития приводит к возможности рассматривать всю систему как действующую целесообразно.

Обычно понятие «действовать целесообразно» включает умение охранять себя от разрушающих внешних воздействий или, скажем, способность содействовать своему размножению. Спрашивается, кристаллы действуют целесообразно или нет? Если «зародыш» кристалла поместить в некристаллическую среду, будет ли он развиваться? Ведь никаких отдельных органов у кристалла различить невозможно, стало быть, это есть некая промежуточная форма. И существование таковых неизбежно.

По-видимому, частные задачи, подобные этой, будут решать науки, непосредственно с ними связанные. Опыт частных наук никак нельзя пренебрегать. Но исключить из содержания кибернетики общие представления о причинных связях в целесообразно действующих системах, ставящих себе цели, так же нельзя, как нельзя, например, уже при имитации жизни автоматами не считаться, скажем с тем, что и сами эти цели меняются в процессе эво-

люции, а вместе с этим изменяется и представление о них.

Когда говорят, что организация механизма наследственности, позволяющего живым организмам передавать свое целесообразное устройство потомкам, имеет целью воссоздать данный вид, придать ему определенные свойства, а также возможности изменчивости, прогрессивной эволюции, то кто же ставит эту цель? Или если рассматривать систему в целом, то кто же, как не она сама, ставит перед собой цель развития путем отсеивания негодных экземпляров и размножения совершенных?

Подводя итоги, можно сказать, что изучение в общей форме возникновения систем, в которых применимо понятие целесообразности, есть одна из главных задач кибернетики. При этом изучение в общей форме естественно предполагает знание, отвлеченное от деталей физического осуществления, от энергетики, химии, возможностей техники и т. п. Нас здесь интересует только, как возникает возможность сохранять и накапливать информацию.

Такая широкая постановка задачи содержит в себе много трудностей, но отказаться от нее на современном этапе развития науки уже невозможно.

Если признавать важность задачи определения в объективных обобщенных терминах существенных свойств внутренней жизни (высшей нервной деятельности) какой-то незнакомой нам и непохожей на нас высокоорганизованной системы, то нельзя ли тот же путь предложить и в применении к нашей системе — человеческому обществу? Хотелось бы на общем языке, одном и том же для всех высокоорганизованных систем, уметь описывать и все явления жизни человеческого общества. Представим себе

воображаемого постороннего наблюдателя нашей жизни, который совершенно не обладает ни симпатиями к нам, ни умением понять, что мы думаем и переживаем. Он просто наблюдает большое скопление организованных существ и желает понять, как оно устроено. Совершенно так же, как, скажем, мы наблюдаем муравейник. Через некоторое время он, пожалуй, без особого труда сможет понять, какую роль играет информация, содержащаяся, например, в железнодорожных справочниках (человек теряет такой справочник и не может попасть на нужный поезд). Правда, наблюдателю пришлось бы столкнуться с большими трудностями. Как, например, понять ему следующую картину: множество людей приходит вечером в большое помещение, несколько человек поднимаются на возвышение и начинают делать беспорядочные движения, а остальные сидят при этом спокойно; по окончании люди расходятся без всякого обсуждения. Один из молодых математиков, может быть в шутку, приводит и другой пример необъяснимого поведения, люди заходят в помещение, там получают бутылки с некоей жидкостью, после чего начинают бессмысленно жестикулировать. Постороннему наблюдателю будет трудно установить, что же это такое — просто разлад в машине, какая-то пауза в ее непрерывной осмысленной работе, или же можно описать, что происходит в этих двух случаях, и установить разницу между ними.

Оставив шутливый тон, сформулируем серьезно возникающую здесь проблему. Нужно научиться в терминах поведения осуществлять объективное описание самого механизма, это поведение обуславливающего, уметь различать отдельные виды деятельнос-

ти высокоорганизованной системы. Впервые в нашей стране И.П. Павлов установил возможность объективного изучения поведения животных и человека, а также регулирующих это поведение мозговых процессов без всяких субъективных гипотез, выраженных в психологических терминах. Глубокое изучение предложенной проблемы есть не что иное, как павловская программа анализа высшей нервной деятельности в ее дальнейшем развитии.

Создание высокоорганизованных живых существ превосходит возможности техники наших дней. Но всякие ограничительные тенденции, всякое неверие или даже утверждение невозможности на рациональных путях достичь объективного описания человеческого сознания во всей его полноте сейчас явились бы тормозом в развитии науки. Разрешение этой проблемы необходимо, ибо уже истолкование разных видов деятельности может служить толчком для развития машинной техники и автоматизации. С другой стороны, возможности объективного анализа нервной системы сейчас столь велики, что не хочется заранее останавливаться перед задачами любой трудности.

Если технические трудности будут преодолены, то вопрос о практической целесообразности осуществления соответствующей программы работ останется по меньшей мере спорным.

Однако в рамках материалистического мировоззрения не существует никаких состоятельных принципиальных аргументов против положительного ответа на наш вопрос. Более того, этот положительный ответ является сейчас современной формой убеждений о естественном возникновении жизни и материальной основе сознания.

2. ДИСКРЕТНА ИЛИ НЕПРЕРЫВНА МЫСЛЬ?

В кибернетике и теории автоматов сейчас наиболее разработана теория работы дискретных устройств, т. е. таких устройств, которые состоят из большого числа отдельных элементов и работают отдельными тактами. Каждый элемент может находиться в небольшом числе состояний, и изменение состояния отдельного элемента зависит от предыдущих состояний сравнительно небольшого числа элементов. Так устроены электронные машины, так, предположительно, устроен и человеческий мозг. Считается, что мозг имеет таких отдельных элементов — нервных клеток 10^{10} , а может быть, и еще больше. Несколько проще, но еще более грандиозно в смысле объема устроен аппарат наследственности.

Иногда делают вывод, что кибернетика должна заниматься лишь дискретными устройствами. Против такого подхода есть два возражения. Во-первых, реальные сложные системы — как многие машины, так и все живые существа — действительно имеют определенные устройства, основанные на принципе непрерывного действия. Что касается машин, то таким примером может служить, скажем, руль автомобиля и т. п. Если мы обратимся к человеческой деятельности — сознательной, но не подчиненной законам формальной логики, т. е. деятельности интуитивной или полуинтуитивной, например к двигательным реакциям, то мы обнаружим, что большое совершенство и отточенность механизма непрерывного движения построены на движениях непрерывно-геометрического характера. Если человек совер-

шает тройной прыжок или прыжок с шестом или, например, готовится к дистанции слалом, его движение должно быть заранее намечено как непрерывное (для математиков: путь слаломиста оказывается даже аналитической кривой). Можно полагать, однако, что это не есть радикальное возражение против дискретных механизмов. Скорее всего интуиция непрерывной линии в мозге осуществляется на базе дискретного механизма.

Второе возражение против дискретного подхода заключается в следующем: заведомо человеческий мозг и даже, к сожалению, часто вычислительные машины отнюдь не всегда действуют детерминированно — полностью закономерным образом. Результат их действия в некоторый момент (в данной ячейке) нередко зависит от случая. Желая обойти эти возражения, можно сказать, что и в автоматы можно «ввести случайность». Вряд ли имитирование случайности (т. е. замена случая какими-то закономерностями, не имеющими отношения к делу) может принести сколько-нибудь серьезный вред при моделировании жизни. Правда, вмешательство случайности часто рассматривается несколько примитивно: заготавливается достаточно длинная лента случайных чисел, которая затем используется для имитации случая в различных задачах. Но при частом употреблении эта заготовленная «случайность» в конце концов перестает быть случайностью. Исходя из этих соображений, к вопросу имитации случая на автоматах следует подходить с большой осторожностью. Однако принципиально это вещь во всяком случае возможная.

Только что изложенная аргументация приводит нас к следующему основному выводу.

Несомненно, что переработка информации и процессы управления в живых организмах построены на сложном переплетении дискретных (цифровых) и непрерывных механизмов, с одной стороны, детерминированного и вероятностного принципов действия — с другой.

Однако дискретные механизмы являются ведущими в процессах переработки информации и управления в живых организмах. Не существует состоятельных аргументов в пользу принципиальной ограниченности возможностей дискретных механизмов по сравнению с непрерывными.

3. ЧТО ТАКОЕ «ОЧЕНЬ МНОГО»?

Часто, сомневаясь в возможности моделировать человеческое сознание на автоматах, говорят, что количество функций высшей нервной деятельности человека необъятно велико и никакая машина не может стать моделью сознательной человеческой деятельности в полном ее объеме. Одних только нервных клеток в коре головного мозга 10^{10} . Каково же должно быть число элементов в машине, имитирующей всю сложную высшую нервную деятельность человека?

Эта деятельность, однако, связана не с разрозненными нервными клетками, а с довольно большими агрегатами их. Невозможно представить себе, чтобы, скажем, какая-нибудь математическая теорема «сидела» в одной-единственной, специально для нее заготовленной нервной клетке или даже в каком-то определенном числе их. По-видимому, дело обстоит совершенно иначе. Наше сознание

оперирует небольшими количествами информации. Количество единиц информации, которое человек воспринимает и перерабатывает в секунду, совсем невелико. Вот один несколько парадоксальный пример: слаломист, преодолевая дистанцию, в течение десяти секунд воспринимает и перерабатывает значительно большую информацию, чем при других, казалось бы, более интеллектуальных видах деятельности, во всяком случае больше, чем математик пропускает через свою голову за сорок секунд напряженной работы мысли. Вообще, вся сознательная жизнь человека устроена как-то очень своеобразно и сложно, но когда закономерности ее будут изучены, для моделирования ее потребуется гораздо меньше элементарных ячеек, чем для моделирования всего мозга, как это ни удивительно.

Какие же объемы информации могут создавать уже качественное своеобразие сложных явлений, подобных жизни, сознанию и т. п.?

Можно разделить все числа на малые, средние, большие и сверхбольшие. Эта классификация нестрога, в рамках ее нельзя будет сказать, что такое-то число, например, среднее, а следующее за ним — уже большое. Здесь числа делятся на категории с точностью до порядка величин. Но большая строгость нам здесь и не нужна. Каковы же эти категории? Начнем с определений, понятных лишь математикам.

I. Число A назовем малым, если практически возможно перебрать все схемы из A элементов с двумя входами и выходами или выписать для них все функции алгебры логики с A аргументами.

II. Число B называется средним, если мы оказываемся не в состоянии перебрать практически

все схемы из B элементов, а можем перебрать лишь сами эти элементы или (что чуть-чуть сложнее) выработать систему обозначений для любой системы из B элементов.

III. И наконец, число B — большое, если мы не в состоянии практически перебрать такое число элементов, а можем лишь установить систему обозначений для этих элементов.

IV. Числа будут сверхбольшими, если практически и этого нельзя сделать, они нам, как мы увидим дальше, и не понадобятся.

Поясним теперь эти определения на доступных примерах.

Пусть к одной электрической лампочке подсоединено три выключателя, каждый из которых может находиться в левом (Л) или правом (П) положении. Тогда, очевидно, возможных совместных положений трех выключателей будет $2^3 = 8$. Перечислим их для наглядности:

- 1) ЛЛЛ
- 2) ЛПЛ
- 3) ЛПП
- 4) ЛЛП
- 5) ПЛЛ
- 6) ППЛ
- 7) ПЛП
- 8) ППП.

Проводку к нашим выключателям можно сделать таким образом, что в каждом из выписанных положений лампочка может как гореть, так и не гореть. Если произвести подсчет, то окажется, что различных положений выключателей, сопровождаемых такими отметками, будет 2^{2^3} , т. е. $2^8 = 256$.

Справедливость этого последнего утверждения читатель без труда может проверить самостоятельно, дополняя выписанные положения выключателей знаками «горит», «не горит».

Тот факт, что такое упражнение под силу читателю и не займет у него слишком много времени, и убеждает нас в том, что число 3 (число выключателей) относится к малым. Если бы выключателей было не 3, а, скажем 5, то пришлось бы выписать $2^5 = 4\ 294\ 967\ 296$ различных совместных положений выключателей, сопровождаемых отметками «горит», «не горит». Вряд ли можно за какое-нибудь разумное время практически проделать все это не сбившись. Поэтому число 5 уже нельзя считать малым.

Чтобы стал понятен термин «среднее число», приведем другой пример. Представьте себе, что вас ввели в помещение, где находится 1000 человек, и предложили с каждым из них поздороваться за руку. Правда, ваша рука после таких упражнений будет чувствовать себя неважно, но практически (по времени) проделать такое упражнение вполне возможно. Вы вполне сумеете, не сбившись, подойти к каждому из тысячи и протянуть ему руку. А если бы последовало предложение всей тысяче присутствующих обменяться друг с другом рукопожатиями, да еще каждой компании из трех человек внутри своего кружка дополнительно обменяться рукопожатиями и т. д., то это оказалось бы невыполнимым. Число 1000 и есть среднее. Можно сказать, что мы «перебрали» тысячу элементов, отметив при этом каждого (рукопожатием).

Совсем простым примером большого числа является число видимых звезд на небосклоне. Каждый

знает, что невозможно пересчитать звезды пальцем, а тем не менее существует каталог звездного неба (т. е. выработана система обозначений), пользуясь которым мы в любой момент можем получить справку о нужной нам звезде.

Естественно, что вычислительная машина может, во-первых, дольше работать не сбиваясь, а во-вторых, она составляет различные схемы во много раз быстрее, чем человек. Поэтому в каждой категории соответствующие числа для машины будут больше, чем для человека.

Числа	Человек	Машина
Малые	3	10
Средние	1000	10^{10}
Большие	10^{100}	$10^{10^{10}}$

Что поучительного в этой таблице? Из нее видно, что хотя соответственные числа для машины гораздо больше, чем для человека, но остаются близкого порядка с ними. Между же числами разных категорий существует непроходимая грань: числа, средние для человека, не становятся малыми для машины, так же как числа, большие для человека, не становятся средними для машины. 10^3 несравненно больше, чем 10, а 10^{100} безнадежно больше, чем 10^{10} . Заметим, что объем памяти живого существа и даже машины характеризуется средними числами, а многие проблемы, решаемые путем так называемого простого перебора, — большими.

Здесь мы сразу выходим за пределы возможностей сравнения путем простого перебора. Проблемы, которые не могут быть решены без большого пере-

бора, останутся за пределами возможностей машины на сколь угодно высокой ступени развития техники и культуры.

К этому выводу мы пришли, не обращаясь к понятию бесконечности. Оно нам не понадобилось и вряд ли понадобится при решении реальных проблем, возникающих на пути кибернетического анализа жизни.

Зато важным становится другой вопрос: существуют ли проблемы, которые ставятся и решаются без необходимости большого перебора? Такие проблемы должны прежде всего интересовать кибернетиков, ибо они реально разрешимы.

Принципиальная возможность создания полноценных живых существ, построенных полностью на дискретных (цифровых) механизмах переработки информации и управления, не противоречит принципам материалистической диалектики. Противоположное мнение может возникнуть лишь потому, что некоторые привыкли видеть диалектику лишь там, где появляется бесконечность. При анализе явлений жизни существенна, однако, не диалектика бесконечного, а диалектика большого числа.

4. ОСТОРОЖНО, УВЛЕКАЕМСЯ!

В настоящее время для кибернетики, пожалуй, больше чем для всякой другой науки, важно, что о ней пишут. Я не принадлежу к большим энтузиастам всей той литературы по кибернетике, которая сейчас так широко издается, и вижу в ней большое количество, с одной стороны, преувеличений, а с другой — упрощенчества.

Нельзя, конечно, сказать, что в этой литературе утверждается то, что на самом деле недостижимо, но в ней часто встречаются восторженные статьи, сами заглавия которых уже кричат об успехах в моделировании различных сложных видов человеческой деятельности, которые в действительности моделируются пока совсем плохо. Например, в американской кибернетической литературе и у нас, порой даже в совсем серьезных научных журналах, можно встретить работы о так называемом машинном сочинении музыки (это не относится к работам Р.Х. Зарипова). Под этим обычно подразумевается следующее: в память машины «закладывается» нотная запись большого числа (скажем, 70) ковбойских песен или, например, церковных гимнов; затем машина по первым четырем нотам одной из этих песен отыскивает все те песни, где эти четыре ноты встречаются в том же порядке, и, случайным образом выбрав одну из них, берет из нее следующую, пятую ноту. Теперь перед машиной вновь четыре ноты (2, 3, 4 и 5), и она снова таким же способом осуществляет поиски и выбор. Так машина как бы на ощупь «создает» некую новую мелодию. При этом утверждается, что если в памяти машины были ковбойские песни, то и в ее творении слышится нечто «ковбойское», а если это были церковные гимны, — то нечто «божественное». Спрашивается, а что произойдет, если машина будет производить поиск не по четырем, а по семи идущим подряд нотам? Поскольку в действительности двух произведений, содержащих семь одинаковых нот подряд, почти не встретишь, то, очевидно, «запев» семь нот из какой-нибудь песни, машина вынуждена будет пропеть ее до конца. Если же, наоборот, машине для собственного творчества достаточно знать толь-

ко две ноты (а произведений с двумя одинаковыми нотами сколько угодно), то здесь ей представился бы такой широкий выбор, что вместо мелодии из машины слышалась бы какофония звуков.

Вся эта несложная схема преподносится в литературе как «машинное сочинение музыки», причем всерьез заявляется, что с увеличением числа нот, нужных «для заправки», машина начинает создавать музыку более серьезного, классического характера, а с уменьшением этого числа переходит на современную, джазовую.

На сегодня мы еще очень далеки от осуществления анализа 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. Если мы не умеем понять, чем отличаются живые существа, нуждающиеся в музыке, от существ, в ней не нуждающихся, то, приступая сразу к машинному сочинению музыки, мы окажемся в состоянии моделировать лишь чисто внешние факторы.

«Машинное сочинение музыки» — это только пример упрощенного подхода к проблемам кибернетики. Другой распространенный недостаток заключается в том, что сторонники кибернетики настолько увлеклись возможностями кибернетического подхода к решению любых самых сложных задач, что позволяют себе пренебрегать опытом, накопленным другими науками за долгие века их существования. Часто забывают о том, что анализ высших форм человеческой деятельности был начат давно и продвинулся довольно далеко. И хотя он и ведется в других, не кибернетических, терминах, но по суще-

ству объективен, и его необходимо изучать и использовать. А то, что сумели сделать кибернетики «голыми руками» и вокруг чего поднимают такую шумиху, зачастую не выходит за рамки исследования самых примитивных явлений. Однажды на вечере в московском Доме литераторов один из участников вел с трибуны разговор о том, что наше время должно было создать и уже создало новую медицину. Эта новая медицина есть достояние и предмет изучения не медиков, а специалистов по теории автоматического регулирования! Самое главное в медицине, по мнению выступавшего, — это циклические процессы, происходящие в человеческом организме. А такие процессы как раз и описываются дифференциальными уравнениями, изучаемыми в теории автоматического регулирования. Так что изучать медицину в медицинских институтах теперь вроде как устарело — ее надо передать в ведение вузов и математических факультетов. Может быть, и верно, что специалисты по теории автоматического регулирования могут сказать свое слово в разрешении отдельных проблем, стоящих перед медициной. Но если они захотят принять участие в этой работе, то прежде всего им потребуется колоссальная доквалификация, ибо опыт, накопленный медициной, этой старейшей из наук, огромен, и для того чтобы сделать в ней что-то серьезное, надо сначала овладеть им.

5. ПОЧЕМУ ТОЛЬКО КРАЙНОСТИ?

Вообще анализ высшей нервной деятельности в кибернетике сосредоточен пока на двух крайних полюсах. С одной стороны, кибернетики активно зани-

маются изучением условных рефлексов, т. е. простейшего типа высшей нервной деятельности. Всем, вероятно, известно, что такое условный рефлекс. Если два каких-нибудь раздражителя многократно осуществляются одновременно друг с другом (например, одновременно с подачей пищи включается звонок), то через некоторое время уже один из этих раздражителей (звонок) вызывает ответную реакцию организма (слюноотделение) на другой раздражитель (подачу пищи). Это сцепление является временным и, если его не подкреплять, постепенно исчезает. Значительная часть кибернетических проблем, которые известны сейчас под названием математической теории обучения, охватывает такие очень простые схемы, которые не исчерпывают и малой доли всей сложной высшей нервной деятельности человека и в анализе самой условно-рефлекторной деятельности представляют собой лишь начальную ее ступень.

Другой полюс — это теория формально-логических решений. Эта сторона высшей нервной деятельности человека хорошо поддается изучению математическими методами, и с созданием вычислительной техники и вычислительной математики исследования такого рода быстро двинулись вперед. И здесь кибернетики во многом преуспели.

А все огромное пространство между этими двумя полюсами — самыми примитивными и самыми сложными психическими актами (даже такие простые формы синтетической деятельности, как, скажем, механизм точно рассчитанного геометрического движения, о котором говорилось выше, пока плохо поддаются кибернетическому анализу) — изучается крайне мало, чтобы не сказать вовсе не изучается.

Б. КИБЕРНЕТИКА И ЯЗЫК

Особое положение сейчас занимает математическая лингвистика. Эта наука только еще создается и развивается по мере накопления кибернетических проблем, связанных с языком. Она имеет дело с анализом высших форм человеческой деятельности скорее интуитивного, нежели формально-логического характера, ибо эта деятельность плохо поддается точному описанию. Каждый знает, что такое грамотно построенная фраза, правильное согласование слов и т. п., но никто пока не может адекватно передать это знание машине. Точный, логически и грамматически безукоризненный машинный перевод сейчас возможен был бы, пожалуй, только с латинского и на латинский язык, грамматические правила которого достаточно полны и однозначны. Грамматические же правила новых, живых языков, по-видимому, еще недостаточны для осуществления с их помощью машинного перевода. Необходимым здесь анализом занимаются уже давно, и в настоящее время машинный перевод стал предметом широко и серьезно поставленной деятельности. Можно, пожалуй, сказать, что именно на нем сосредоточено сейчас основное внимание математических лингвистов. Однако в теоретических работах по математической лингвистике мало учитывается одно обстоятельство, а именно тот факт, что язык возник значительно раньше формально-логического мышления. Быть может, для теоретической науки одно из самых интересных исследований (в котором могут естественно сочетаться идеи кибернетики, новый мате-

матический аппарат и современная логика) есть исследование процесса образования слов как второй сигнальной системы. Первоначально, при полном еще отсутствии понятий, слова выступают в роли сигналов, вызывающих определенную реализацию. Возникновение логики обычно относят к сравнительно недавнему времени: по-видимому, только в Древней Греции было ясно понято и сформулировано, что слова не просто являются обозначениями неких непосредственных представлений и образов, но что от слова можно отделить понятие. До настоящего, формально-логического, мышления мысли возникали не формализованные в понятии, а как комбинирование слов, которые ведут за собой другие слова, как попытки непосредственно зафиксировать проходящий перед нашим сознанием поток образов и т. д. Проследить этот механизм выкристаллизовывания слов как сигналов, несущих в себе комплекс образов, и создания на этой базе ранней логики — крайне благодарная область исследования, для математика в частности, что, впрочем, неоднократно отмечалось в кибернетической литературе.

Интересным может показаться и следующий вопрос: как формулируется логическая мысль у человека? Попробуем проследить этапы этого процесса на примере работы математика над какой-нибудь проблемой. Сначала, по-видимому, возникает желание исследовать тот или иной вопрос, затем какое-то приблизительное, неведомо откуда возникшее представление о том, что мы надеемся получить в результате наших поисков и какими путями нам, может быть, удастся этого достичь, и уже на следующем этапе мы пускаем в ход свой

внутренний «арифмометр» формально-логического рассуждения. Таков, по-видимому, путь формирования логической мысли, такова схема процесса творчества. Может, вероятно, представиться интересным не только исследовать первую, интуитивную стадию этого процесса, но и задаться целью создать машину, способную помочь человеку в процессе творчества на стадии оформления мысли (математику, например, на стадии оформления вычислений), поручить, скажем, такой машине понимать и фиксировать в полном виде какие-то неясные, вспомогательные наброски чертежей и формул, которые всякий математик рисует на бумаге в процессе творческих поисков, или, например, воссоздавать по наброскам изображения фигур в многомерных пространствах и т. п. Иными словами, интересно подумать о создании машин, которые, не подменяя человека, уже сейчас помогали бы ему в сложных процессах творчества. Пока еще трудно даже представить себе, каким образом и на каких путях такую машину можно было бы осуществить. Но хотя пока еще эта задача и далека от своего разрешения, разговор обо всех таких вопросах уже возник в кибернетической литературе, что, по-видимому, можно только приветствовать.

Как можно уже увидеть из нескольких приведенных здесь примеров, различных проблем, связанных с пониманием объективного устройства самых тонких разделов высшей нервной деятельности человека, очень много. И все они заслуживают должного внимания кибернетиков.

7. МАТЕРИАЛИЗМ — ЭТО ПРЕКРАСНО!

В заключение следует остановиться на вопросах, касающихся, если можно так сказать, этической стороны идей кибернетики. Встречающиеся часто отрицание и неприятие этих идей проистекают из нежелания признать, что человек является действительно сложной материальной системой, но системой конечной сложности и весьма ограниченного совершенства и поэтому доступной имитации. Это обстоятельство многим кажется унижительным и страшным. Даже воспринимая эту идею, люди не хотят мириться с ней: такая картина всеобъемлющего проникновения в тайны человека, вплоть до возможности, так сказать, «закодировать» его и «передать по телеграфу» в другое место, кажется им отталкивающей и пугающей. Встречаются опасения и другого рода: а допускает ли вообще наше внутреннее устройство исчерпывающее объективное описание? Предлагалось, например, поставить перед кибернетикой задачу научиться отличать по объективным признакам существа, нуждающиеся в сюжетной музыке, от существ, в ней не нуждающихся. А вдруг проанализируем-проанализируем — и окажется, что и в самом деле нет никакого разумного основания выделять такую музыку как благородную по сравнению с другими созвучиями.

Мне представляется важным понимание того, что ничего унижительного и страшного нет в этом стремлении постичь себя до конца. Такие настроения могут возникать лишь из полужнания: реальное понимание всей грандиозности наших возможностей, ощущение присутствия вековой человеческой

культуры, которая придет нам на помощь, должно производить огромное впечатление, должно вызывать восхищение! Все наше устройство в самих себе понятно, но понятно и то, что это устройство содержит в себе колоссальные, ничем не ограниченные возможности.

На самом деле нужно стремиться этот глупый и бессмысленный страх перед имитирующими нас автоматами заменить огромным удовлетворением тем фактом, что такие сложные и прекрасные вещи могут быть созданы человеком, который еще совсем недавно находил простую арифметику чем-то непонятным и возвышенным.

НИК БОСТРОМ

СКОЛЬКО ОСТАЛОСЬ ДО СУПЕРИНТЕЛЛЕКТА?

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «СУПЕРИНТЕЛЛЕКТ»

Под «суперинтеллектом» мы понимаем интеллект, превосходящий лучших представителей человеческого разума практически в любой области, включая научное творчество, здравый смысл и социальные навыки. Данное определение оставляет открытым вопрос, каким образом суперинтеллект будет осуществлен: это может быть цифровой компьютер, совокупность взаимосвязанных компьютеров, культивированная мозговая ткань или нечто другое.

ЗАКОН МУРА И СЕГОДНЯШНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ

Закон Мура утверждает, что скорость процессоров удваивается каждые восемнадцать месяцев¹. Раньше удвоение скорости

© Nick Bostrom, 1997. Печатается с разрешения автора (www.nickbostrom.com).

© М. Свердлов, перевод, 1999.

¹ На самом деле не очевидно, о чем именно говорит закон Мура. Закон получил свое имя

происходило каждые два года, но около пятнадцати лет назад ситуация изменилась. Последние данные показывают, что период удвоения уже составляет 12 месяцев. При таком темпе вычислительная мощность возрастет за десять лет тысячекратно.

Закон Мура — это то, на что опираются производители микросхем, когда решают, какие чипы разрабатывать, чтобы сохранить конкурентоспособ-

по имени Гордона Мура, одного из основателей корпорации Intel, который в 1965 году заметил, что каждый год плотность схемы микрочипов удваивается. В 1975 году он сделал предсказание, что с этого момента и далее период удвоения будет составлять два года. Реальное время удвоения несколько колебалось. Вначале оно составляло один год, потом два года, а сейчас снова вернулось примерно к одному году. Поэтому, когда ссылаются на закон Мура, одна двусмысленность заключается в том, что непонятно, составляет ли константа времени год, два года, или предполагается, что она должна быть такой, как следует из самых последних данных. Вторая двусмысленность состоит в том, что изначальное утверждение было сформулировано скорее о количестве транзисторов, помещающихся на единице площади, чем о скорости чипа. До сих пор это различие не имело большого значения, поскольку плотность схемы и скорость сильно коррелировали и шли рука об руку. Однако если мы говорим о будущем, возможно, мы будем получать увеличение вычислительной мощности иными средствами, нежели уменьшая размер транзисторов. Поэтому имеет смысл переформулировать закон Мура в утверждение, говорящее скорее об экспоненциальном росте вычислительной мощности (на доллар с поправкой на инфляцию), чем о плотности упаковки схемы. Лучше обозначить «законом Мура» эту слегка модифицированную гипотезу, чем изобретать новый термин по сути для той же идеи.

ность. Если оценить вычислительные способности мозга человека и экстраполировать закон Мура (можно ли это делать, будет обсуждаться ниже), мы сможем вычислить, сколько потребуется времени, чтобы компьютеры по аппаратной мощности достигли человеческого интеллекта.

Сегодня (на декабрь 1997 года) самый быстрый суперкомпьютер выполняет 1,5 триллиона операций в секунду (1,5 Tors). Существует проект, имеющий целью получить производительность в 10 Tors с помощью Интернета. Сто тысяч добровольцев установят на свои компьютеры хранитель экрана, который позволит центральному компьютеру делегировать всем остальным некоторые вычислительные задания. Этот так называемый. метакомпьютерный подход наилучшим образом работает для задач, легко поддающихся параллелизации, как, например, исчерпывающий поиск для взлома кода. В будущем, с каналами большей пропускной способности (например, оптоволоконными), широкомасштабный метакомпьютинг будет работать еще лучше, чем сегодня. Моделирование мозга по своей природе относительно легко поддается параллелизации, поэтому огромная распределенная в Интернете имитация мозга могла бы стать в будущем реальной альтернативой. Однако для обсуждаемых целей мы пренебрежем этой возможностью, а будем считать машину, выполняющую 1,5 Tors, лучшим, чем мы сегодня располагаем. Потенциал метакомпьютинга может быть введен в наш прогноз в качестве дополнительного основания думать, что доступная вычислительная мощность будет продолжать расти, как предсказывает закон Мура.

Даже без какого-либо улучшения технологии мы можем получить несколько лучший результат, к примеру, удвоив число чипов в одном корпусе. Правительством США был заказан компьютер мощностью 3 Топс для разработки и тестирования стратегического ядерного оружия. Однако учитывая, что стоимость этой машины составляет 94 млн долларов, очевидно, что даже крупное дополнительное финансирование позволило бы в коротком промежутке времени добиться лишь весьма скромного приращения вычислительных мощностей.

Насколько вескими можно считать основания полагать, что закон Мура будет продолжать выполняться в будущем? Очевидно, рано или поздно он должен перестать действовать. Существуют физические ограничения на плотность, с которой материя может хранить и обрабатывать информацию. Ограничение Бекенштейна дает верхний предел количества информации, которая может содержаться в пределах заданного объема при использовании заданного количества энергии. Поскольку колонизация космоса дала бы максимум полиномиальный ($\sim t^3$) темп расширения (учитывая, что максимальная скорость ограничена скоростью света), экспоненциальное увеличение доступной вычислительной мощности не может продолжаться бесконечно, если только не будут открыты новые законы физики.

На мой взгляд, закон Мура потеряет доверие к себе задолго до того, как мы достигнем абсолютных физических пределов. Вероятно, он не имеет большой предсказательной силы далее, чем в пределах следующих пятнадцати лет. Нельзя сказать, что скорость процессоров не будет продолжать уд-

ваиваться каждые двенадцать или восемнадцать месяцев после 2012 года; мы лишь не сможем использовать закон Мура, чтобы это утверждать. Если же мы хотим делать предсказания далее этой даты, мы должны будем посмотреть непосредственно, что возможно физически. Также, предположительно, это будет означать, что нам придется иметь дело с интервалом большей неопределенности на оси времени. Изучение физических возможностей в лучшем случае подскажет нам, что случится, если люди захотят, чтобы это случилось; но даже если предположить, что потребность возникнет, это не даст нам информацию, когда это случится.

Около 2007 года мы достигнем физического предела сегодняшней кремниевой технологии. Однако закон Мура к настоящему времени уже пережил несколько смен технологических поколений: от реле к вакуумным лампам, далее к транзисторам, интегральным схемам и, наконец, к сверхбольшим интегральным схемам (СБИС). Не существует причин полагать, что сегодняшний дизайн СБИС, двухмерная кремниевая вафля, станет завершающим словом в технологии чипов. Уже предложены и разрабатываются несколько способов преодоления ограничений сегодняшней технологии.

В ближайшем будущем, к примеру, может оказаться возможным использовать фазовый сдвиг шаблона, чтобы довести минимальное расстояние между двумя рядами элементов на микрочипе вплоть до 0,13 микрометра, даже при сохранении видимого диапазона излучения при литографии. За пределами же видимого диапазона мы могли бы использовать рентгеновские лучи или по меньшей

мере ультрафиолет на пределе диапазона (так называемые «мягкие рентгеновские лучи») для достижения еще большей точности. Если это не удастся, можно использовать электронный луч, хотя этот метод производства будет медленным, а значит, дорогим. Компромисс мог бы заключаться в нанесении электронным лучом части входов и выходов, где скорость имеет решающее значение, и в использовании видимого спектра или мягкого рентгена для записи остальных элементов на чип.

Также мы можем увеличить мощность чипа, используя больше слоев, — техника, которую лишь недавно начали осваивать, а также делая более толстые вафли (до 300 мм — не должно быть проблемой). Можно изготавливать существенно большие по размерам чипы при наличии некоторого допуска на ошибки. Допуск на ошибки мог бы быть получен при использовании эволюционирующих кристаллов (DeGaris).

Также возможно отодвинуть физические ограничения на размеры транзисторов, если перейти на новые материалы, такие как Gallium Arsenide. Сейчас разрабатываются квантовые транзисторы, обещающие революцию в технологии чипов. Им будет присуща высокая скорость переключения или низкое потребление энергии.

Благодаря высокопараллельной природе вычислений, подобных производимым мозгом, также должно быть возможным использование высокопараллельной архитектуры. В этом случае будет достаточно произвести значительное количество средних по скорости процессоров и далее связать их в локальные сети соединениями с высокой пропуск-

ной способностью. Также мы уже упомянули возможность метакомпьютинга¹.

Все это — то, что разрабатывается сегодня. Эти технологии накачиваются крупным финансированием². И хотя затруднения могут показаться весьма серьезными человеку, работающему в данной области и постоянно сосредоточенному на каждодневных проблемах, справедливо будет сказать, что среди экспертов широко распространен оптимизм относительно перспектив, что в обозримом будущем мощность компьютеров будет продолжать расти.

ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНЫМ СРЕДСТВАМ

Человеческий мозг содержит примерно 100 миллиардов нейронов. Каждый нейрон имеет около 5 тысяч синапсов, а сигналы проходят через эти синапсы с частотой около 100 Гц. Каждый сигнал, допустим, содержит 5 бит. Это соответствует 10^{17} ops.³

¹ В длительной перспективе, мы должны также принимать в рассмотрение нанотехнологию и квантовые компьютеры.

² Сегодня требуется около 400 инженеров, чтобы произвести новый чип. Современная фабрика по производству микросхем может стоить более 2 млрд долларов. Каждый год на разработку и конструирование микрочипов тратится от 20 до 30 миллиардов. С годами эти цифры росли, поэтому следует отметить, что один из факторов, способный замедлить темп развития — снижение финансирования, которое рано или поздно произойдет.

³ Возможны небольшие уточнения к этой оценке. Например, существуют некоторые данные, что некоторый ограниченный объем коммуникации между нервными

Реальное значение не может быть намного выше этого, хотя может быть и значительно ниже. Похоже, что мозг содержит большую избыточность; часто требуется синхронное возбуждение больших групп

клетками возможен без синаптической передачи. Мы имеем регуляторные механизмы, состоящие из нейротранзмиторов и их источников, рецепторов и каналов повторного поглощения. Тогда как балансы нейротранзмиторов критически важны для правильного функционирования человеческого мозга, они имеют незначительное информационное содержание по сравнению с синаптической структурой. Возможно, более серьезный момент — что нейроны часто имеют достаточно сложные свойства по интеграции сигналов во времени. Будет ли иметь конкретный набор синаптических входов результатом возбуждение некоего нейрона, зависит от момента, когда это происходит. По мнению автора, кроме, возможно, небольшого количества особых приложений, таких как восприятие стереозвучания, временные свойства нейронов могут быть легко согласованы с разрешением модели по времени на уровне 1 мс. В неоптимизированной модели это бы добавило порядок к оценке, данной выше, где мы полагали разрешение по времени 10 мс, соответствующее частоте возбуждения 100 Гц. Однако другие значения, на которых основывалась эта оценка, похоже, будут скорее завышенными, чем заниженными. Поэтому нам не следует сильно изменять оценку, чтобы сделать поправку на возможные эффекты высокодискретного интегрирования по времени в нейронном дереве дендритов. (Заметьте, что даже если бы нам пришлось скорректировать нашу оценку на порядок вверх, это добавило бы всего три года к предсказанной поздней дате появления аппаратных средств, эквивалентных по мощности человеку. Ранняя дата, которая основывается на оценке Моравека, осталась бы неизменной.)

нейронов, чтобы сигнал не утонул в фоновом шуме. Альтернативный способ вычисления общей производительности — рассмотреть некоторую часть коры головного мозга, выполняющую функции, которые мы умеем воспроизводить на цифровых компьютерах. Мы вычисляем среднюю производительность одного нейрона в области коры мозга, эквивалентную вычислениям с помощью компьютера, и умножаем это значение на количество нейронов в мозгу. Ганс Моравек произвел эти вычисления, используя данные о сетчатке глаза человека, и сравнил их с известными требованиями к компьютерным ресурсам в задаче распознавания образов в машинном зрении. Он получил значение 10^{14} для человеческого мозга в целом. Это на три порядка меньше, чем верхняя граница, вычисленная в предположении, что избыточности нет.

Трудно найти основания, заставляющие предположить, что избыточность в сетчатке больше, чем в коре. Если и есть отличие в избыточности, то скорее наоборот, в сетчатке она будет меньше: распознавание образов — задача более низкого уровня по сравнению с высшими когнитивными процессами, а значит, по-видимому, более оптимизирована (эволюцией и индивидуальным обучением).

Если необходимо 100 Tops, чтобы имитировать человеческий мозг, то требуемая вычислительная мощность будет достигнута где-то между 2004 и 2008 годом в зависимости от того, взять время удвоения 12 или 18 месяцев. Это будут лучшие экспериментальные суперкомпьютеры в мире, не обязательно компьютеры, доступные для разработчиков искусственного интеллекта (ИИ). В зависимости от финансирования может пройти еще до десятка лет,

прежде чем обычные исследователи, экспериментирующие с ИИ, получают доступ к машинам с такой производительностью.

Это справедливо в случае, когда мы берем в качестве модели имитацию сетчатки. В настоящее время, однако, известно недостаточно о коре больших полушарий, чтобы воспроизвести их таким оптимизированным образом. Но к 2004—2008 гг. эти знания могут появиться (как мы увидим в следующем параграфе). Чтобы получить ИИ человеческого уровня при этой минимальной мощности оборудования — требуется уметь моделировать 1000-нейронные совокупности высокоэффективным способом.

Крайний вариант, на который мы опирались в оценке верхней границы, — моделирование каждого нейрона отдельно. Количество тактов, которое нейрологи могут потратить на моделирование процессов внутри единственного нейрона, — не ограничено. Но это так, поскольку их цель — детальное моделирование химических и электродинамических процессов в нервной клетке, а не просто выполнение минимальных вычислений, которые требуются для повторения свойств их функции срабатывания, необходимых в общем функционировании нейронной сети. Неизвестно, насколько большая часть этих деталей избыточна и несущественна и как много из них должно быть сохранено, чтобы модель воспроизводила свойства сети как целого. Однако, по крайней мере на взгляд автора, много шансов в пользу того, что узлы сети могут быть сильно упрощены и заменены простыми стандартизированными элементами. Представляется совершенно реальным получить разумную нейронную сеть с самыми раз-

нообразными выходными функциями нейронов и временем задержки.

Однако выглядит вполне реалистично, что, если мы будем уметь воспроизводить идеализированный нейрон и знать достаточно о синаптической структуре мозга, мы сможем составить искусственные нейроны вместе так, чтобы это функционально отражало происходящее в мозгу. Далее мы также сможем заменить целые 1000-нейронные модули на что-то, для моделирования чего требуется меньше вычислительной мощности, чем в случае моделирования каждого нейрона в модуле по отдельности. Мы вполне могли бы дойти вплоть до 1000 инструкций на нейрон в секунду, как это вытекает из оценки, сделанной Моравеком (10^{14} ops / 10^{11} нейронов = 1000 операций в секунду на нейрон). Но кроме случая, когда мы будем способны построить эти модули раньше, чем мозг целиком, такая оптимизация будет возможна только после того, как уже будет разработан ИИ, эквивалентный человеку.

Если взять верхнюю границу вычислительной мощности, нужной для моделирования человеческого мозга, т. е. предположить, что имеется достаточно ресурсов для имитирования каждого нейрона индивидуально (10^{17} ops), закон Мура говорит, что нам придется подождать примерно до 2015 или 2024 года (при периоде удвоения 12 или 18 месяцев соответственно), прежде чем будут в наличии суперкомпьютеры с требуемой производительностью. Но если к тому времени мы будем уметь делать моделирование на уровне индивидуальных нейронов, предположительно, мы также найдем некоторые способы оптимизации, поэтому, вероятно, мы могли

бы несколько скорректировать эти верхние границы вниз.

Пока я говорил только о скорости процессора, но чтобы иметь производительность человеческого мозга, компьютеры также должны иметь большой объем памяти. На протяжении всей истории компьютеров отношение между памятью и скоростью оставалось более или менее постоянным: 1 байт/ops. Так как сигнал передается вдоль синапса в среднем с частотой около 100 Гц, а его запоминающая способность, вероятно, менее 100 байт (1 байт выглядит более правдоподобной оценкой), похоже, скорость в большей степени, нежели память, была бы узким местом в моделировании мозга на нейронном уровне. (Если же предположить, что при моделировании мы достигнем тысячекратного превосходства в скорости над реальным мозгом, как это вытекает из оценки Моравека, тогда требования к скорости могут уменьшиться. Возможно, они могли бы быть на один порядок меньше требований к памяти. Но если путем моделирования групп из 1000 нейронов мы сможем оптимизировать на три порядка требования к скорости, вероятно, также мы сможем сократить по крайней мере на один порядок и требования к памяти. Таким образом трудность создания достаточной памяти может быть значительно меньше, и почти наверняка не значительно больше, чем сложность создания достаточно быстрого процессора. Следовательно, мы можем сфокусировать наше внимание на скорости как на решающем параметре в вопросе аппаратных средств.)

В данной статье не обсуждается возможность, что квантовые явления непредвиденно вторгаются в процесс человеческого познания. Хамерофф и

Пенроуз, а также некоторые другие предполагают, что в микротрубках могут существовать когерентные квантовые состояния и мозг использует эти явления для решения сложных высокоуровневых познавательных задач. Мнение автора — это мало правдоподобно. Мы не будем в этой статье рассматривать аргументы «за» и «против»; просто предположим, что квантовые феномены в моделировании мозга высокого уровня функционально не существенны.

В заключение можно сказать, что мощность аппаратных средств для эквивалентного человеку ИИ, вероятно, будет достигнута до конца первой четверти следующего столетия, и даже может быть получена уже в 2004 году. Соответствующая мощность будет доступна ведущим лабораториям по разработке ИИ в течение десяти лет после этого (или раньше, если потенциал ИИ человеческого уровня будет к тому времени оценен лучше финансирующими организациями).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СОЗДАВАЕМОЕ «СНИЗУ-ВВЕРХ»

Кроме аппаратного, суперинтеллект требует программного обеспечения. Существует несколько подходов к этой проблеме, различающихся по степени использования принципа «программирование сверху-вниз». В одном предельном случае — это системы подобные СУС, которая представляет собой совокупность очень большой подобной энциклопедии базы знаний и машин по выведению следствий. Ее наполняет фактами, правилами «большо-

го пальца», эвристиками и другими человеческими знаниями команда операторов и экспертов в течение более чем десятка лет. Хотя системы подобные СУС могут быть хороши для определенных практических задач, едва ли такой подход, способен убедить скептиков ИИ, что суперинтеллект может стать реальностью в обозримом будущем. Нам следует подумать о парадигмах, в которых требуется меньше ввода информации человеком, т. е. в большей степени использующих методы программирования «снизу-вверх».

При достаточных аппаратных возможностях и соответствующем способе программирования мы могли бы заставить машины учиться так же, как это делают дети, т. е. взаимодействуя с взрослыми человеческими индивидами и другими объектами в их окружении. Существуют хорошо известные методы, такие как алгоритм обратного распространения погрешности (Backpropagation algorithm), которые могут давать хорошие результаты во многих небольших приложениях, включающих многослойные нейронные сети. К сожалению, этот алгоритм плохо масштабируется. Правило обучения Хебба, напротив, прекрасно масштабируется (оно масштабируется линейно, т.к. каждое обновление веса включает рассмотрение активности лишь двух узлов, вне зависимости от размера сети). Известно, что оно — основной принцип обучения в мозгу. Похоже, однако, что правило Хебба — не единственный принцип обучения, действующий в мозгу. Также, возможно, будет необходимо принять во внимание, к примеру, обучение «стимулированное вознаграждением» и другие обучающие принципы, которые еще предстоит открыть. Кроме того, неизвестно, каким образом

хеббовское обучение в чистом виде позволило бы мозгу хранить структурированные представления в долговременной памяти, хотя несколько механизмов предложено.

Кроме подходящих правил обучения (и достаточно мощных аппаратных средств) создание суперинтеллекта путем имитации функционирования человеческого мозга потребует еще две вещи: наличие адекватной начальной архитектуры и обеспечение богатого потока сенсорных входных сигналов.

Второе указанное условие легко обеспечивается даже существующей технологией. Используя видеокамеры, микрофоны и тактильные сенсоры, возможно обеспечить устойчивый поток информации реального мира в искусственную нейронную сеть. Элемент интерактивности может быть осуществлен путем присоединения к системе манипуляторов и динамиков.

Разработка адекватной начальной структуры сети ставит более серьезную задачу. Чтобы получить правильную архитектуру коры мозга, может оказаться необходимым написать значительный объем кода вручную. В биологических организмах мозг не появляется при рождении как гомогенная чистая доска; он имеет начальную структуру, запрограммированную генетически. На сегодняшний день нейрология не способна указать точно, какова эта структура и какую часть от нее понадобится сохранить в модели, чтобы она в конечном счете соответствовала познавательным способностям взрослого человека. Одна из неожиданных трудностей на пути создания ИИ человеческого уровня по принципу нейронных сетей может появиться, если окажется, что человеческий мозг опирается на колоссаль-

ное количество генетически установленных связей, и поэтому каждая познавательная функция зависит от уникальной и крайне запутанной врожденной архитектуры, порожденной тысячелетиями эволюционного процесса обучения нашего биологического вида.

Может ли оказаться так? Существует по крайней мере три общих соображения, свидетельствующие об обратном. Здесь нам необходимо познакомиться с очень коротким обзором этих соображений.

Во-первых, примем во внимание пластичность коры полушарий, особенно у младенцев. Известно, что повреждения коры, даже значительные, часто могут компенсироваться, если случаются в раннем возрасте. Другие корковые области берут на себя функции, которые в обычном случае развились бы в разрушенном участке. Например, в одном исследовании чувствительность к характеристикам зрительных образов у новорожденных хорьков развивалась в слуховой коре после того, как нормальный канал слухового входа в этом участке мозга заменили на визуальные проекции. Подобным образом было показано, что визуальная кора может брать на себя и функции, обычно выполняемые сенсомоторным участком мозга. Недавний эксперимент показал, что люди, ослепшие в раннем возрасте, могут использовать визуальную кору мозга для обработки тактильных ощущений при чтении с помощью азбуки Брайля.

Правда, существуют некоторые более примитивные области мозга, функции которых не могут быть взяты на себя другим участком. Например, люди, у которых удален гиппокамп, теряют способность за-

поминать новые эпизоды и семантические конструкции. Но кора полушарий имеет тенденцию быть высокопластичной; это — то место, где осуществляется обработка наиболее высокого уровня, делающая нас интеллектуально выше животных. Было бы интересно исследовать более подробно, до какой степени это остается верным для всей коры полушарий. Существуют ли такие маленькие отделы коры мозга, что, если их удалить при рождении, субъект никогда не обретет определенных высших способностей, даже в ограниченной степени?

Второе соображение, возможно, свидетельствующее, что врожденная архитектурная дифференциация играет относительно малую роль в общем функционировании зрелого мозга: насколько известно, архитектура коры полушарий человека, особенно младенцев, удивительно гомогенна для различных участков мозга, и даже гомогенна у различных биологических видов.

Тонкие оболочки и вертикальные связи между оболочками — отличительные черты всех корковых систем; морфологические и физиологические характеристики корковых нейронов эквивалентны у разных видов, равно как и различные виды синаптических взаимодействий между корковыми нейронами. Подобие организации распространяется даже на специфические детали устройства коры мозга.

Третье соображение — эволюционный аргумент. Рост коры полушарий, который позволил *Homo Sapiens* интеллектуально обогнать других животных, занял относительно короткий период времени. Это значит, что эволюционное обучение не могло внедрить очень много информации в эти относительно новые корковые структуры, дающие нам

интеллектуальное преимущество. Это дополнительное развитие коры скорее стало результатом изменений в ограниченном числе генов, регулирующих ограниченное число параметров коры.

Эти три соображения подтверждают точку зрения, что количество нейрологической информации, необходимой для реализации подхода «снизу-вверх», довольно ограничено. (Ни одно из этих соображений не является аргументом против того, что мозг взрослого человека состоит из модулей. Они только показывают, что значительная часть информации, которая появляется в этих модулях, скорее происходит из самоорганизации и чувственного восприятия, чем из чрезвычайно сложной генетической таблицы поиска.)

Необходимо дальнейшее продвижение в нейрологии, прежде чем мы будем способны построить ИИ человеческого уровня (или хотя бы выше животного уровня) исключительно средствами этого подхода «снизу-вверх». Хотя нейрология действительно резко продвинулась вперед за последние годы, все же трудно оценить, сколько времени пройдет, прежде чем будет достаточно известно об устройстве мозга и его алгоритмах обучения, для реализации их на компьютерах достаточной вычислительной мощности. Грубое предположение: что-то около пятнадцати лет. Это не предсказание о том, как близко мы находимся к полному пониманию всех важных явлений в мозгу. Эта оценка относится к промежутку, за который, можно было бы ожидать, мы будем знать достаточно о базовых принципах работы мозга, чтобы быть в состоянии воплотить эти вычислительные принципы на компьютере, необязательно моделируя мозг хоть

сколько-нибудь биологически реалистичным образом.

Некоторым может показаться, что эта оценка недооценивает трудности, и, возможно, это так. Но давайте посмотрим, сколько многое произошло за последние пятнадцать лет. До 1982 года такая дисциплина, как компьютерная нейрология, едва ли существовала. А будущий прогресс будет идти не только потому, что исследования сегодняшним инструментарием будут приводить к новым значительным находкам, но и потому, что станут доступны новые инструменты для экспериментов и новые методы. Широкомасштабная многоэлектродная запись должна стать возможной в ближайшем будущем. Разрабатывается прямой интерфейс между мозгом и чипом. Для нейрологов становятся доступны более мощные аппаратные средства для выполнения моделирования с большим объемом вычислений. Нейрофармакологи разрабатывают препараты с более высокой избирательностью, позволяя исследователям выборочно воздействовать на определенный подтип рецепторов. Существующие методики сканирования улучшаются и разрабатываются новые. Этот список может быть продолжен. Все эти инновации дадут нейрологам новые очень мощные инструменты, которые будут содействовать их исследованиям.

В этом разделе обсуждалась проблема программного обеспечения. Были высказаны аргументы в пользу того, что она может быть решена подходом «снизу-вверх» с использованием существующего оборудования для обеспечения каналов входа и выхода, а также при продолжении изучения человеческого мозга с целью выяснить, какие обучающие

алгоритмы он использует и какова начальная нейронная структура новорожденных младенцев. Учитывая, какими огромными шагами двигается компьютерная нейрология в последнее десятилетие и какие инструменты для экспериментов находятся в процессе разработки, кажется разумным предположить, что требуемые нейрологические знания могут быть получены в течение десяти или пятнадцати лет, т. е. до 2012 года.

ПОЧЕМУ БЫВШИЕ НЕУДАЧИ С ИИ — НЕ АРГУМЕНТ ПРОТИВ ЕГО УСПЕХА В БУДУЩЕМ

В семидесятые и восьмидесятые годы в области ИИ был застой, т. к. нетерпеливые ожидания дней зарождения ИИ не стали реальностью и прогресс почти остановился. Урок, который нужно из этого факта извлечь, — не в том, что ИИ мертв и машины с суперинтеллектом никогда не будут построены. Он лишь показывает, что ИИ более сложная вещь, чем некоторые из первых пионеров могли подумать, но это ни коим образом не говорит о том, что проект ИИ навсегда останется неосуществимым.

В ретроспективе мы видим, что на той стадии проект ИИ принципиально не мог достичь успеха. Просто аппаратные средства не были достаточно мощными. Похоже, для выполнения задач человеческого уровня требуется по меньшей мере 100 Tops, и даже может потребоваться 10^{17} ops. Компьютеры же 1970-х имели вычислительную мощность, сравнимую с насекомыми. Они и достигали примерно уровня интеллекта насекомых. Сей-

час же, напротив, мы можем предвидеть появление аппаратных средств с производительностью человеческого уровня, поэтому причина прошлого неуспеха ИИ перестает действовать.

Существует также объяснение относительного отсутствия заметного прогресса на протяжении этого периода. Как отмечает Ганс Моравек:

«На протяжении нескольких десятилетий вычислительная мощность, обнаруживаемая в лучших образцах ИИ и робототехнических системах, оставалась на уровне мощности мозга насекомых — 1 MIPS. В то время как вычислительная мощность из расчета на один доллар стремительно увеличивалась в течение этого периода, доступное количество денег уменьшалось столь же быстро. Первые дни ИИ, в середине 60-х, эта область накачивалась щедрыми оборонными субсидиями по следам Спутника, что давало доступ к суперкомпьютерам того времени стоимостью 10 млн долларов. В 1970-х, после Вьетнамской войны, финансирование сократилось и были доступны машины стоимостью лишь 1 млн долларов. К началу 1980-х исследование ИИ было вынуждено ограничиваться миникомпьютерами стоимостью 100 тыс. долларов. В конце 1980-х доступными машинами стали рабочие станции за 10 тыс. долларов. К 1990-м годам большая часть работы выполнялась на персональных компьютерах, стоящих лишь несколько тысяч долларов. С того времени с увеличением производительности компьютера мощность ИИ и «мозгов» роботов возросла. К 1993, персональные компьютеры обеспечивали 10 MIPS, к 1995, — 30 MIPS, и в 1997-м — более 100 MIPS. Машины «вдруг» стали читать текст, распознавать речь, а роботы под собственным уп-

равлением — передвигаться по пересеченной местности».

В общем, похоже, обнаруживается вновь обретенный оптимизм и воодушевление среди людей, работающих над ИИ, особенно среди тех, кто работает в подходе «снизу-вверх», исследователей, занимающихся генетическими алгоритмами, нейроморфным инжинирингом, а также аппаратными средствами, реализующими нейронные сети. Хотя многие эксперты проявляют осторожность, чтобы вновь не пасть жертвой недооцененных трудностей, которые еще впереди.

КАК ТОЛЬКО ПОЯВИТСЯ ИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО УРОВНЯ, ВСКОРЕ ПОЯВИТСЯ И СУПЕРИНТЕЛЛЕКТ

Когда ИИ достигнет человеческого уровня, начнет действовать положительная обратная связь, которая даст еще более сильный толчок дальнейшему развитию. Машины с ИИ помогут создавать лучшие машины ИИ, которые, в свою очередь, помогут строить еще лучшие, и т. д. Также предельная полезность улучшений в этой стадии, вероятно, резко бы выросла, что увеличило бы финансирование. Следовательно, мы можем предсказать, что как только появится ИИ человеческого уровня, пройдет немного времени до того момента, когда суперинтеллект окажется технологически возможным.

Еще один момент можно отметить в подтверждение этого предсказания. В отличие от возможностей для биологического интеллекта, появляется воз-

возможность копировать навыки или целые когнитивные модули из одного ИИ в другой. Если один ИИ достиг высот в некоторой области, последующие ИИ смогут загрузить программу предшественника или матрицу весов синаптических связей и сразу же достичь того же уровня производительности. Не будет необходимости вновь проходить процесс обучения. Будет ли также возможным копировать лучшие части нескольких ИИ и совмещать их в один, будет зависеть от особенностей исполнения ИИ и степени, до которой ИИ смогут быть разбиты на стандартные модули. Но как общий принцип, интеллектуальные достижения ИИ аддитивны тем способом, каким человеческие достижения не аддитивны или аддитивны во много меньшей степени.

СПРОС НА СУПЕРИНТЕЛЛЕКТ

Предположим, суперинтеллект однажды станет технологически возможным. Но захотят ли люди его построить? На этот вопрос можно довольно уверенно ответить утвердительно. С каждым шагом на пути к суперинтеллекту связаны громадные экономические выгоды. Компьютерная индустрия инвестирует огромные суммы в следующее поколение машин и программного обеспечения и будет продолжать это делать, пока существует конкурентный пресс и это дает прибыли. Люди хотят иметь лучшие компьютеры и более умное программное обеспечение, и они хотят получать выгоды, которые эти машины могут помочь производить. Лучшие лекарства, освобождение людей от необходимости выпол-

нять скучные и опасные виды работы, развлечения — нет конца перечню выгод для потребителей. Существует также сильная военная мотивация для разработки ИИ. И на этом пути нигде нет какой-либо естественной точки остановки, где технофобы, вероятно, могли бы сказать «до сих пор, но не дальше».

Поэтому, по-видимому, силы, стоящие за улучшением ИИ вплоть до уровня эквивалентности человеку, легко преодолеют любое возможное сопротивление. Когда ставится вопрос об ИИ человеческого уровня или выше, можно предположить, что на пути дальнейшего развития могут оказаться значительные политические силы. Суперинтеллект может рассматриваться как создающий угрозу превосходству и даже выживанию человеческого вида. Можем ли мы соответствующим программированием организовать мотивационную систему суперинтеллекта таким образом, чтобы гарантировать послушание и подчинение людям, — спорный вопрос. Если политики будущего смогут быть уверены, что ИИ не подвергнет опасности интересы человека, развитие ИИ продолжится. Однако если они не будут уверены, что опасности нет, тогда развитие все равно вполне может продолжиться. Коллективное решение запретить новые исследования в этой области не сможет быть достигнуто и успешно воплощено — либо потому, что люди не будут рассматривать постепенное замещение биологических людей искусственно созданными машинами как нечто обязательно плохое, либо из-за действия других мощных сил — мотивации краткосрочными прибылями, любопытства, идеологии, потребности в возможностях, которые суперинтеллект дает его создателям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от предполагаемой степени оптимизации ИИ человеческого уровня, вероятно, потребует от 10^{14} до 10^{17} ops. Кажется вполне возможным, что усовершенствованная оптимизация могла бы еще сократить эти цифры, но начальный уровень был бы, вероятно, не меньше чем около 10^{14} ops. Если закон Мура будет продолжать выполняться, нижняя граница будет достигнута где-то между 2004 и 2008 годами, а верхняя — между 2015 и 2024. Прошлый успех закона Мура дает некоторые индуктивные основания полагать, что он будет продолжать выполняться еще около десяти-пятнадцати лет; и это предсказание подкрепляется фактом, что существует ряд многообещающих новых технологий, находящихся в данный момент в стадии разработки. Они содержат огромный потенциал для увеличения вычислительной мощности, который можно купить за те же деньги. Не существует прямых оснований предполагать, что закон Мура не будет выполняться дольше, чем 15 лет. Поэтому представляется вероятным, что необходимые для ИИ человеческого уровня аппаратные средства будут созданы в первой четверти следующего столетия, возможно в его первые несколько лет.

Существует несколько подходов к разработке программного обеспечения для ИИ. Один из них — эмулировать основные принципы биологического мозга. Не кажется неправдоподобным предположение, что в пределах 15 лет эти принципы будут познаны достаточно хорошо, чтобы при адекватных аппаратных средствах этот подход привел к успеху.

Стагнация ИИ в 1970—1980 гг. не имеет большого отношения к вероятности осуществления ИИ в будущем, т.к. нам известно, что причина, ответственная за эту стагнацию (а именно — то, что доступные для исследователей ИИ аппаратные средства оставались на уровне около 10^6 ops), больше не действует.

Сильный и все увеличивающийся прессинг будет улучшать ИИ вплоть до достижения уровня работы человеческого мозга. Если найдется способ гарантировать, что сверхчеловеческий ИИ будет подчиняться людям, то такой интеллект будет создан. Если нет возможности это гарантировать, тем не менее есть вероятность, что он все равно будет создан.

РОЖДЕНИЕ СЕТИ

СРЕДСТВО САМО ЕСТЬ СОДЕРЖАНИЕ

Средство (или технологический процесс) нашего времени — электронная техника — придает новую форму и перестраивает схемы социальной взаимозависимости, а также каждый аспект нашей личной жизни...

Общественная жизнь зависит в большей мере от характера средств, при помощи которых люди поддерживают между собой связь, чем от содержания их сообщений. Азбука, например, — это техническое средство, которое усваивается совсем маленьким ребенком почти бессознательным образом, так сказать посредством осмоса. Слова и их значение предрасполагают ребенка думать и действовать автоматически. Азбука и книгопечатание поддерживали и поощряли процесс разъединения, специализации и обособления. Электронная техника питает и поощряет процесс объединения и спутывания. Не зная действия средств коммуникаций, невозможно понять общественные и культурные изменения.

Прежнее обучение наблюдательности в наши времена стало бесполезным, потому

что оно основано на психологических реакциях и понятиях, обусловленных прежней техникой — механизацией.

Шоковое смятение и глубокое отчаяние неизменно возникают в великие переходные периоды развития техники и культуры. Наш «век тревоги» является в значительной степени результатом попытки выполнять сегодняшние обязанности с помощью вчерашних орудий — вчерашних концепций.

Наше время — это время преодоления барьеров, отказа от старых категорий, время повсеместных поисков... Мы уже достигли той точки, когда должен осуществляться корректирующий контроль, рожденный знанием средств информации и их общего воздействия на всех нас. Как новая среда будет программироваться сейчас, когда мы столь связаны друг с другом, когда все мы невольно стали движущей силой общественных перемен?

Электронная связь низвергла господство «времени» и «пространства» и втягивает нас немедленно и беспрестанно в заботы всех других людей. Она перевела диалог на глобальные масштабы. Его миссией является Всеобщая перемена, кладущая конец психической, социальной, экономической и политической изоляции. Недейственными стали старые гражданские, государственные и национальные группировки. Ничего не может быть дальше от духа новой техники, чем «место для всего и все на своем месте». Вы не можете, как прежде, укрыться дома.

Мир различий лежит между современной домашней средой, объединенной электронной инфор-

мацией, и классной комнатой. Сегодняшнее телевизионное дитя настроено на самые последние «взрослые» новости — инфляцию, бунты, войну, налоги, преступления, на красоток в купальниках — и сбито с толку, когда вступает в среду XIX в., которая все еще характеризует учебное заведение, где информация скудна, но упорядочена и построена по отдельным классифицированным планам, темам и графикам. Эта среда по своей сущности более похожа на любую фабричную структуру с ее инвентарем и сборочными конвейерами.

Пришел конец публике — в значении великой согласованности отдельных и отличных точек зрения. Сегодня массовая аудитория (преемница «публики») может быть использована в качестве творческой, причастной силы. Вместо этого ей просто дают пачки пассивных развлечений. Политика предлагает вчерашние ответы на сегодняшние вопросы.

Возникает новая форма политики, причем такими путями, которых мы еще не заметили. Жилая комната стала кабиной голосования. Участие с помощью телевидения в маршах Свободы, в войне, революции, надругательствах и других событиях изменяет все...

Электронная система является продолжением центральной нервной системы.

Средства коммуникаций, изменяя среду, вызывают в нас необычные соотношения чувственных восприятий. Расширение любого чувства изменяет образ нашего мышления и деятельности — нашего восприятия мира. Когда изменяются эти соотношения, изменяются и люди.

Доминирующим органом ощущений и общественной ориентации в доалфавитных обществах было ухо — «слух был верованием». Фонетический алфавит вынудил магический мир уха уступить нейтральному миру глаза. Место уха у человека занял глаз.

Западная история почти на три тысячи была сформирована введением фонетического алфавита — средства получения информации, зависящего лишь от глаза. Алфавит является сооружением, состоящим из отдельных кусков и частей, у которых нет собственного семантического значения и которые должны быть нанизаны, подобно бусам, в одну линию в предписанном порядке. Его использование питает и поощряет обычай воспринимать всякую среду в визуальных и пространственных рамках — в особенности в рамках пространства и времени, которые однородны, постоянны и взаимозависимы...

Видимое пространство однородно, постоянно и связано. В нашей западной культуре рациональный человек является визуальным человеком. Для него несущественно, что наиболее здравый опыт обладает небольшой «видимостью». Рациональность и видимость долго были взаимозаменяемыми терминами, но мы не живем более в преимущественно видимом мире.

Разделение видов деятельности или привычка мыслить кусочками и частями — «специализация» — отражали ступенчатый линейный бюрократизирующий процесс, внутренне присущий алфавитной технике.

До того как было изобретено письмо, человек жил в акустическом пространстве: лишенный гра-

ниц, направления, горизонта, в умственном мраке, в мире эмоций, при посредстве первобытной интуиции, ужаса. В этом болоте речь являлась социальным путеводителем.

Гусиное перо положило конец господству языка; оно уничтожило тайну; оно породило архитектуру и города, дороги и армии, бюрократию. Это была коренная метафора, с которой начался цикл цивилизации, шаг из темноты в свет ума.

Рука, которая заполняла пергаментную страницу, строила город.

Книгопечатание утвердило и усилило новый акцент на видение. Оно обеспечило появление единого образного размножаемого «товара», первый сборочный конвейер — массовую продукцию.

Оно создало портативную книгу, которую люди могли читать в уединении изолированно от других. Теперь человек мог внушать убеждения — и вкушать предубеждения. Подобно станковой живописи, напечатанная книга многое прибавила к нашему культу индивидуализма. Стала возможной личная установившаяся точка зрения, и грамотность даровала возможность обособленности, изоляции.

Моментальный мир электроинформационных средств включает нас целиком и сразу. Невозможно обособление структуры...

«Время» прекратилось, «пространство» исчезло. Мы теперь живем во всемирной деревне... в единовременном происшествии.

Мы переместились вновь обратно в акустическое пространство. Мы начали снова испытывать первобытные чувства, племенные эмоции, от которых нас отдалили несколько веков грамотности.

Нам надо переместить центр внимания с действия на реакцию. Теперь мы должны заранее знать последствия любой политики или поступка, поскольку результаты проявляются без промедления...

При высоких скоростях электронных коммуникаций более невозможны чисто визуальные средства постижения мира; они слишком медленны, чтобы быть своевременными или эффективными.

Замкнутая связь через электросистемы крепко соединяет людей друг с другом. Информация изливается на нас мгновенно и непрерывно. Как только информация получена, она тут же замещается еще более свежей. Наш сформированный электроникой мир вынудил нас отойти от привычки классифицировать факты и способы узнавания по типам. Мы не можем более строить секционно, камень за камнем, шаг за шагом, потому что немедленная информация обеспечивает сосуществование в состоянии активного взаимодействия всех факторов окружения и опыта...

Печатная техника создавала публику. Электронная техника создала массу.

Публика состоит из отдельных индивидуумов, бродящих вокруг с собственными установившимися взглядами на мир — точками зрения. Новая техника требует, чтобы мы отказались от роскоши этой позы, этих отрывочных наблюдений.

Метод нашего времени заключается в том, чтобы использовать не частичные, а комплексные модели для исследования — техника приостановленного суждения является открытием XX в., так же как техника изобретательства является открытием XIX в.

Сейчас настали трудные времена, потому что мы являемся свидетелями сокрушительного столкновения двух великих технических эпох. К новой эпохе мы приближаемся с психологическими предубеждениями и чувственными реакциями, рожденными старой. Это столкновение неизбежно происходит во все переходные периоды: например, в позднем средневековом искусстве мы видели страх перед новой книгопечатной техникой, выраженный в теме «Плясок смерти».

Сегодня подобные страхи выражены в театре абсурда. И то и другое одинаково бесплодно: попытка осуществить при помощи старых орудий то, чего требует новая обстановка.

Телевидение завершает цикл чувственного восприятия мира человеком. С вездесущим ухом и движущимся глазом мы уничтожили письмо — акустиковизуальную метафору, которая определила динамику развития западной цивилизации.

Телевидение вводит в практику активный исследовательский подход, который включает в себя все чувства одновременно, а не одно зрение. Вам приходится быть «с» ним... В телевидении образы проецируются на вас. Вы служите экраном. Образы обволакиваются вокруг вас. Вы являетесь точкой исчезновения. Это создает своего рода направленность вовнутрь, обратную перспективу...

Реальная тотальная война стала информационной войной. В ней сражаются при помощи утонченных информационных средств, как в условиях «холодной войны», так и постоянно. «Холодная война» является реальным военным фронтом — окружением, включающим всех во все время и везде...

Информация, обработанная вашей средой, есть пропаганда. Пропаганда кончается там, где начинается диалог. Вы должны обращаться к средству информации, а не к программисту. Говорить с программистом все равно что жаловаться продавцу булочек с сосисками у входа на стадион на плохую игру вашей любимой команды.

ДЕКЛАРАЦИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ КИБЕРПРОСТРАНСТВА

Правительства Индустриального мира, вы — утомленные гиганты из плоти и стали; моя же Родина — Киберпространство, новый дом Сознания. От имени будущего я прошу вас, у которых все в прошлом, — оставьте нас в покое. Вы лишние среди нас. Вы не обладаете верховной властью там, где мы собрались.

Мы не избирали правительства и вряд ли когда-либо оно у нас будет, поэтому я обращаюсь к вам, имея власть не большую, нежели та, с которой говорит сама свобода. Я заявляю, что глобальное общественное пространство, которое мы строим, по природе своей независимо от тираний, которые вы стремитесь нам навязать. Вы не имеете ни морального права властвовать над нами, ни методов принуждения, которые действительно могли бы нас утратить.

Истинную силу правительствам дает согласие тех, кем они правят. Нашего согласия вы не спрашивали и не получали. Мы не приглашали вас. Вы не знаете ни нас, ни нашего мира. Киберпространство лежит вне

ваших границ. Не думайте, что вы можете построить его, как если бы оно было объектом государственного строительства. Вы не способны на это. Киберпространство является делом естества и растет само посредством наших совокупных действий.

Вы не вовлечены в наш великий и все более расширяющийся разговор; не вы создаете богатства наших рынков. Вы не знаете нашей культуры, нашей этики и неписаных законов, которые уже сейчас обеспечивают нашему обществу бóльший порядок, чем тот, которого можно достичь вашими наказаниями и запретами.

Вы заявляете, что у нас есть проблемы, решать которые должны вы. Вы используете это заявление как предлог для вторжения в наши земли. Многие из этих проблем не существуют. Там же, где есть реальные конфликты и недостатки, мы выявим и устраним их собственными средствами. Мы устанавливаем свой собственный Общественный Договор. Этот способ правления возникнет согласно условиям нашего, а не вашего мира. Наш мир — другой.

Киберпространство состоит из взаимодействий и отношений, мыслит и выстраивает себя подобно стоячей волне в сплетении наших коммуникаций. Наш мир одновременно везде и нигде, но не там, где живут наши тела.

Мы творим мир, в который могут войти все без привилегий и дискриминации, независимо от цвета кожи, экономической или военной мощи и места рождения. Мы творим мир, где кто угодно и где угодно может высказывать свои мнения, какими бы экстравагантными они ни были, не испытывая страха, что его или ее принудят к молчанию или согласию с мнением большинства.

Ваши правовые понятия собственности, выражения, личности, передвижения и контекста к нам неприменимы. Они основаны на материи — здесь материи нет. Наши личности не имеют тел, поэтому, в отличие от вас, мы не можем достичь порядка посредством физического принуждения. Мы верим, что наш способ правления возникнет на основе этики, просвещенного эгоизма и общего блага. Наши личности могут охватить многое, что находится в вашей юрисдикции. Единственный закон, который признают практически все входящие в наш состав культуры, — это Золотое Правило. Мы надеемся, что сможем отыскивать частные решения, исходя из этого общепологающего принципа. Но мы не можем принять решения, которые вы стараетесь навязать.

Сейчас вы создали в Соединенных Штатах закон — Акт о реформе телекоммуникаций, — который отвергает вашу собственную конституцию и оскорбляет мечты Джефферсона, Вашингтона, Милля, Мадисона, Де Токвиля и Брандеса. Эти мечты должны теперь заново родиться в нас.

Вы испытываете ужас перед собственными детьми, потому что они чувствуют себя как дома в мире, в котором вы всегда будете иммигрантами. Поскольку вы их боитесь, вы трусливо перекладываете свои родительские обязанности на бюрократический аппарат. В нашем мире все чувства и высказывания, от низменных до ангелических, являются частями единого целого — глобального разговора в битах. Мы не можем отделить воздух, который удушает, от воздуха, по которому бьют крылья.

В Китае, Германии, Франции, России, Сингапуре, Италии и Соединенных Штатах вы пытаетесь установить информационный карантин, дабы

предотвратить распространение вируса свободомыслия, воздвигнув заставы на рубежах Киберпространства. Эти меры способны сдерживать эпидемию некоторое время, но в мире, который скоро весь будет охвачен средством коммуникации, несущим биты, они не будут работать.

Ваша все более и более устаревающая информационная промышленность желала бы увековечить свое господство, выдвигая законы, — как в Америке, так и в других странах — требующие права собственности на саму речь по всему миру. Эти законы провозглашают, что идеи — всего лишь еще один промышленный продукт, благородный не более чем чугунные чушки. В нашем же мире все, что способен создать человеческий ум, может репродуцироваться и распространяться до бесконечности безо всякой платы. Для глобальной передачи мысли ваши заводы больше не требуются.

Эти все более враждебные колониальные меры ставят нас в положение, в котором оказались в свое время приверженцы свободы и самоопределения, вынужденные отвергнуть авторитет удаленной единообразной власти. Мы должны провозгласить свободу наших виртуальных «я» от вашего владычества, даже если мы и согласны с тем, что вы продолжаете властвовать над нашими телами. Мы распространим наши «я» по всей планете так, что никто не сможет арестовать наши мысли.

Мы сотворим в Киберпространстве цивилизацию Сознания. Пусть она будет более человечной и честной, чем мир, который создали до того ваши правительства.

HOMO INFORMATICS

ОБЩЕСТВО КАК ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ¹

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО:
ФАНТОМ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ЭРЫ

Компьютеризация всех сфер общественной деятельности и повседневной жизни человека — самый впечатляющий феномен последней четверти XX в. В наиболее развитых странах — США, Германии, Великобритании, Японии количество компьютеров на тысячу жителей достигло к концу 1990-х гг. уровня 250—400 единиц. Этот уровень конечно уступает показателям таких «идолов» XX в., как автомобиль (в среднем в 1,5 раза) и телевизор (в 2 раза), но темпы распространения компьютеров гораздо выше. С момента появления персонального компьютера на массовом рынке прошло примерно двадцать пять лет. Для достижения того же уровня распространенности, какой к началу XXI в. имеет

¹ Данный текст представляет собой избранные фрагменты из книги: *Иванов Д.В. Виртуализация общества*. СПб.: Петербургское востоковедение, 2000.

компьютер, телевизору в свое время потребовалось около сорока лет, а автомобилю порядка семидесяти. Помимо количественного роста, большое впечатление на любого аналитика производит рост числа функций — способов применения компьютерных технологий. Из просто вычислительной машины, именуемой ныне полузабытой аббревиатурой ЭВМ, компьютер превратился в универсальное устройство, которое с равным успехом может служить профессиональным инструментом ученого, инженера, бизнесмена, юриста, врача, а также средством обучения, повседневного общения, развлечения. Логично ожидать, что компьютеризация привлечет повышенный интерес социологов-теоретиков и будет интерпретирована в моделях трансформации современного общества как ключевая тенденция. Однако социологическое сообщество в основном идет по пути «встраивания» новых тенденций в общий ряд с прежними, по пути подгонки фактов под традиционные объяснительные модели. Пожалуй, наиболее популярным является тезис, гласящий, что распространение персональных компьютеров и компьютерных сетей (в особенности развитие сети Internet) — это решающий шаг на пути к информационному обществу. Однако если разобраться в теоретическом смысле расхожего понятия «информационное общество» и проанализировать то, что действительно происходит в обществе рубежа веков, то можно прийти к парадоксальному выводу: внедрение в жизнь человека так называемых «информационных технологий» скорее удаляет нас от того информационного общества, о котором писали Д. Белл, А. Турен, Э. Тоффлер, П. Дракер, З. Бжезинский, Й. Ма-

суда и др.¹ Обобщая все написанное социологами и футурологами в 60—90-е гг. XX в. по поводу информационного общества, можно следующим образом представить базовые черты этого типа социальной организации:

1) Определяющим фактором общественной жизни в целом является научное знание. Оно вытесняет труд (ручной и механизированный) в его роли фактора стоимости товаров и услуг. Экономические и социальные функции капитала переходят к информации. Как следствие, ядром социальной организации, главным социальным институтом становится университет как центр производства, переработки и накопления знания. Промышленная корпорация теряет главенствующую роль;

2) Уровень знаний, а не собственность, становится определяющим фактором социальной дифференциации. Деление на «имущих» и «неимущих» приобретает принципиально новый характер: привилегированный слой образуют информированные, в ту пору как неинформированные — это «новые бедные». Соответственно очаг социальных конфликтов перемещается из экономической сферы в сферу культуры. Результатом борьбы и разрешения конфликтов является развитие новых и упадок старых социальных институтов;

¹ *Bell D.* The coming of post-industrial society. N. Y., 1973; *Touraine A.* La société postindustrielle. Paris, 1969; *Brzezinski Z.* Between two ages: America's role in the technetronic era. N. Y., 1970; *Toffler A.* The third wave. N. Y., 1980; *Drucker P.* Post-capitalist society. N. Y., 1993; *Masuda Y.* Information society as post-industrial society. Tokyo, 1980.

3) Инфраструктурой информационного общества является новая «интеллектуальная», а не «механическая» техника. Социальная организация и информационные технологии образуют «симбиоз». Общество вступает в «технетронную эру»¹, когда социальные процессы становятся программируемыми.

Такого рода информационное общество нигде не состоялось, хотя основные технико-экономические атрибуты постиндустриальной эпохи налицо: преобладание в ВВП доли услуг, снижение доли занятых во «вторичном» и рост доли «третичного» сектора экономики², тотальная компьютеризация и т. п. Университет не заменил промышленную корпорацию в качестве базового института «нового общества», скорее, академическое знание было инкорпорировано в процесс капиталистического производства. Общество сейчас мало походит на целостную программируемую систему институтов. Оно, по признанию того же Турена, больше похоже на мозаичное поле дебатов и конфликтов по поводу социального использования символических благ³.

Прогнозы теоретиков информационного общества оказались несостоятельны в первую очередь

¹ В данной работе написание термина «технетронный» приведено в соответствии с исходным английским неологизмом, введенным в социальные науки З. Бжезинским.

² В экономической теории принято именовать аграрный и сырьевой сектор «первичным», производственный же (промышленный) — «вторичным», а сервисный — «третичным».

³ *Touraine A.* The waning sociological image of social life // *International journal of comparative sociology.* 1984. Vol. 25. N 1.

потому, что их авторы отождествляют информацию и знание. Информации в современном обществе много, она играет колоссальную роль, но отсюда вовсе не следует, что в современном обществе знание — сила.

Чтобы понять, что такое информация и почему она играет такую роль в современную эпоху, нужно четко различать сообщение (или послание), интерпретацию (или восприятие) и коммуникацию. Сообщение (message) — это «вещь», то есть передаваемый продукт интеллектуальной деятельности человека; интерпретация — это «мысль», то есть приобретаемое знание; коммуникация — это лишь операция передачи, трансляции. Но в современном обществе, именно эта операция трансляции — определяющее, доминирующее звено в триаде сообщение—коммуникация—интерпретация.

Сегодня создается ничуть не больше интеллектуальной продукции или знания, чем в Античности или Средневековье. Картина мира каждой эпохи строится из конечного числа моделей, приводящих имеющиеся факты в удобную систему объяснений. Геоцентрическая модель Птолемея позволяет рассчитывать видимое положение планет ничуть не хуже, чем гелиоцентрические модели Коперника и Галилея; доклады Римскому клубу¹ дают столь же

¹ Римский клуб — международная неправительственная организация, созданная в 1968 г. с целью изучения так называемых глобальных проблем: угрозы ядерной войны, загрязнения окружающей среды, истощения природных ресурсов. Результаты изысканий членов клуба представлены в прогностических докладах «Пределы роста» (1972), «Человечество у поворотного пункта» (1974) и др.

точные прогнозы о будущем человечества, что и средневековые пророчества о Страшном суде; классификации элементарных частиц в XX в. столь же многочисленны и сложны и в той же степени связаны с опытными данными, что и классификации ангелов и демонов в веке XV. В настоящее время больше физики и меньше демонологии, тогда как пятьсот лет назад соотношение было обратным, но по общему числу моделей эпохи принципиально не различаются. Принципиальная разница заключается в ином — сейчас неизмеримо больше коммуникаций. Тиражирование (не путать с созданием) интеллектуального продукта, передача сведений о нем посредством печатных изданий, телеграфа, радио, телевидения, лекций и семинаров в рамках системы всеобщего образования, а теперь еще и сети Internet — вот что коренным образом отличает современное общество как информационное. И за словом «информация» кроется именно коммуникация, а не знание. Наблюдая современных политиков, биржевых брокеров, журналистов и их аудиторию, нетрудно заметить: более информированный человек — это не тот, кто больше знает, а тот, кто участвует в большем числе коммуникаций.

Огромная техническая, экономическая, политическая, культурная роль информации объясняется именно тем, что она не содержательна («знание») и не предметна («продукт»). Информация операциональна. Информация служит обоснованием/оправданием действий. Поэтому она столь необходима современному человеку, ценна для него, воздействует на него. Поэтому в современном обществе информация — это идол. В традиционном обществе, построенном на религиозном оправдании деяния, и даже в

обществе модернизирующемся, построенном на идеологических оправданиях деятельности, информация никак не могла претендовать на ту роль, что играет теперь. Только как коммуникация, а не как знание или предмет, информация способна вызывать новые операции. Люди действуют, используя информацию, а коммуникационные потоки не только не поглощаются как ресурс деятельности, подобно сырьевым или энергетическим ресурсам, а напротив умножаются и ускоряются. Это происходит потому, что информация не столько ресурс, сколько стимул (мотив) деятельности.

Итак, информация — это коммуникация, операция трансляции символов, побуждающая к действию. Если мы определим информацию подобным образом, станет понятным, почему главным феноменом компьютерной революции стал Internet, а не гигантские электронные банки данных или искусственный интеллект. В глобальной сети Internet не создается никакого знания, но зато многократно увеличиваются возможности осуществления коммуникаций. При этом утверждения поклонников теории информационного общества о том, что в современную эпоху информация играет более существенную роль, чем материальные факторы, не становятся более убедительными. Даже если отдавать себе отчет в том, что информация — это не знание, а операция трансляции, все равно трудно всерьез воспринимать суждения о том, что реклама — это «информационная поддержка» какого-либо товара, личности или акции, или же что конкуренция средств массовой информации (далее — СМИ) — это «информационная война». Не передача данных о свойствах товара/услуги, т. е. рациональная денотация

объекта, а создание его образа, мобилизующего аффективные коннотации, приносит прибыль в современной экономике и стимулирует развитие рекламного бизнеса. Не за монополию на передачу сведений воюют владельцы СМИ, а за создание выгодного им или их заказчикам образа событий. Создание образа — это всегда манипулирование знаками, символами, а коммуникации — это потоки символов по определению. То, что выглядит как информационный поток, является процессом создания образа. По меткому определению, данному М. Маклюэном еще в 60-х гг., действительным содержанием сообщения является сам сообщающий¹. Такой подход дает ключ к пониманию как характера современных технологических и социальных тенденций, так и неадекватности теорий информационного общества, основанных на вере в непреходящую правоту Ф. Бэкона, провозгласившего: «знание — сила».

Не в знании и не в его передаче, а в коммуникации, в создании привлекательных образов сила современного бизнесмена, политика, ученого, художника и т. д. Поэтому совершенно корректен Турен, когда избегая терминов «знание» и «информация», пишет, что в постиндустриальную эру социальные конфликты возникают по поводу «символических благ». И по той же причине Турен и Бжезински ошибались, пророча развитие в постиндустриальную эру институтов технетронного социального контроля. В обществе, где в деятельности людей, в их отношениях друг с другом образы важнее реальных поступков и вещей, развитие так называемых информационных технологий никак не могло пойти

¹ *McLuhan M. The medium is the message. N. Y., 1967.*

в направлении создания систем централизованного управления и программирования социальных процессов, в направлении накопления и обработки данных с целью исчерпывающего знания характеристик и будущего поведения объекта.

Информационное общество, таким образом, оказывается фантомом постиндустриальной эпохи. Технологические сдвиги, с которыми связывали формирование такого рода социальной организации, налицо, а ожидаемые перемены институциональной структуры не происходят. Урок марксизма не пошел впрок. Еще один призрак обречен бродить по Европе, а заодно по Америке и Японии, оставляя нам вопрос, являются ли изменения общественных отношений функцией от изменений технологических, или же общественные изменения представляют собой серию технологических, экономических, политических и иных тенденций, корреляции между которыми вовсе не обязательно предполагают существование однозначных причинно-следственных связей.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИМУЛЯЦИИ: КИБЕРПРОТЕЗ ОБЩЕСТВА

Отказ от некритического восприятия модели информационного общества с характерным для нее технологическим детерминизмом открывает перспективу более адекватной интерпретации компьютерной революции как одной из тенденций трансформации общества. В этой перспективе принципиально важным оказывается тот факт, что приоритетным в последние годы XX в. стало развитие не информационных, а симуляционных технологий — технологий

виртуальной реальности. В результате наращивания оперативной памяти и быстродействия компьютеров, а также создания нового программного обеспечения возникают не только качественно новые формы передачи и обработки данных, но в первую очередь достигается все большее сходство между работой на компьютере и управлением реальными объектами, а также сходство коммуникаций в режиме online с общением в реальном пространстве — времени. Настигающие одна другую волны так называемых инноваций — процессоры 286, 386, 486-й, Pentium, Pentium II, Pentium III, или операционные системы Windows 3.1, Windows 95, Windows 98, Windows 2000 — не вносят никаких принципиальных изменений в функционирование персонального компьютера или сети Internet. Но зато убийство монстра игроком в Doom или Quake и нажатие кнопок на экране пользователем программы Word выглядит все более реалистичным. Всякий раз прирост технического потенциала компьютера расходуется в большей мере на совершенствование визуальных и звуковых эффектов, чем на развитие функций. Эту тенденцию, технологически совершенно парадоксальную, можно успешно интерпретировать социологически.

Компьютеризация повседневной жизни вводит в обиход виртуальную реальность в качестве компьютерных симуляций реальных вещей и поступков. Важно, например, не только то, что теперь можно совершать покупки с помощью компьютера, подключенного к узлу сети Internet, но и то, что процесс покупки все чаще организуется как посещение виртуального магазина. Если с помощью изощренной компьютерной графики web-страница продавца си-

мулирует расположение товаров на витрине, их осмотр и обмен на плату в виде банкнот или чека, то это следует трактовать не просто как перенос операции купли-продажи из реального пространства в виртуальное, а как симуляцию институциональной формы товарного обмена. Эта институциональная форма превращает обмен из технической операции в род *экономического* взаимодействия: в исполнение социальных ролей покупателя и продавца. Обмен посредством сети Internet позволяет совершать обмен деньгами, товарами и услугами без соблюдения этой институциональной формы. Взаимодействие есть, но ему недостает привычной социальности, общества как среды взаимодействия. Так общество в традиционном его понимании замещается киберпротезом — виртуальным магазином. С помощью технологий виртуальной реальности воссоздается видимость институциональности обмена. Обмен осуществляется как симуляция — виртуальный аналог реального социального взаимодействия.

Киберпротезирование институциональных форм является характерной особенностью и иных видов виртуального взаимодействия — виртуальных сообществ (или, если угодно, тусовок), виртуальных корпораций, виртуальных развлечений, виртуальных преступлений и виртуального же отпущения грехов. Сегодня с помощью компьютера, оснащенного модемом, можно обсуждать политиков, поп-звезд, погоду или вести досужие беседы с виртуальными друзьями или соседями — участниками chat'а, то есть открытой дискуссии в сети Internet. Можно заработать деньги, принимая заказы на размещение рекламы на виртуальных щитах — banner'ах, выиграть деньги в виртуальных казино или

украсть те же деньги, взломав виртуальные замки электронной системы учета какого-нибудь банка. Обличить пороки и покаяться в содеянном можно в виртуальных проповедях и исповедях в chat'ах на web-страницах, открываемых священниками в качестве виртуальных приходов¹.

Все перечисленные, а равно и не перечисленные взаимодействия осуществляются как виртуальные аналоги реальных социальных взаимодействий. При этом происходит замещение реального исполнения социальных ролей симуляцией, создается образ реальных атрибутов институциональности. Виртуальные сообщества/тусовки симулируют непосредственность присутствия в общении и социальную близость общающихся людей. Виртуальные корпорации симулируют процедуры заключения контракта и существование организации как субъекта хозяйственной деятельности. Виртуальное казино симулирует соревнование партнеров по игре. Виртуальный взлом симулирует нарушение прав собственности вкладчиков банка. Виртуальный приход симулирует воспитание пастырем смиренной паствы.

Столь интенсивное в последние годы использование технологий виртуальной реальности имеет социальный смысл — замещение социальной реальности ее компьютерными симуляциями. Этот социальный аспект развития компьютерных технологий явно превалирует над техническим аспектом. Именно поэтому наращивание быстродействия процессора и объема оперативной памяти практически без остатка конвертируется в совершенствование графики и звучания компьютерных симуляций и не со-

¹ The Virtual Bishop // The New Yorker. 1996. March 18.

проводятся ощутимыми функциональными изменениями. Обнаружение социального смысла развития технологий виртуальной реальности с необходимостью приводит социологов к идее использовать понятие виртуальности для объяснения общественных изменений.

ПОНЯТИЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ: КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ СОВРЕМЕННОСТИ

Первые попытки создания социологических моделей современности на базе понятия виртуальности были практически одновременно предприняты в Германии Ахимом Бюлем и Михаэлем Паэтау, в Канаде Артуром Крокером и Майклом Вэйнстейном и в России автором этих строк¹.

Модели А. Бюля, А. Крокера и М. Вэйнстейна восходят к традиции исторического материализма К. Маркса. Согласно его теории, рост производительных сил, или, говоря современным языком, развитие новых технологий, вызывает изменения в системе общественных отношений: появляются новые отношения собственности, на их базе — новые социальные классы, новые формы политической влас-

¹ *Buehl A.* Die virtuelle Gesellschaft. Ökonomie, Politik und Kultur im Zeichen des Cyberspace. Opladen, 1997; *Becker B., Paetau M.* (Hrsg.). Virtualisierung des Sozialen. Die Informationsgesellschaft zwischen Fragmentierung und Globalisierung. Frankfurt a. M., 1997; *Kroker A., Weinstein M.* Data trash. The theory of the virtual class. Montreal, 1994; *Иванов Д. В.* Виртуализация общества // Социология и социальная антропология. СПб., 1997.

ти, идеологии и искусства и т. д. Приложение этой схемы к современности приводит Бюля, Крокера и Вэйнстейна к тезису о переходе к новой фазе капитализма, когда классические структуры индустриального общества устраняются по мере внедрения компьютерных технологий.

По мысли автора теории «виртуального общества» А. Бюля, с развитием технологий виртуальной реальности компьютеры из вычислительных машин превратились в универсальные машины по производству «зеркальных» миров. В каждой подсистеме общества образуются «параллельные» миры, в которых функционируют виртуальные аналоги реальных механизмов воспроизводства общества: экономические интеракции и политические акции в сети Internet, общение с персонажами компьютерных игр и тому подобное. Процесс замещения с помощью компьютеров реального пространства — как места воспроизводства общества — пространством виртуальным Бюль называет виртуализацией.

Если А. Бюль разрабатывает структурно-аналитический аспект марксовой схемы, констатируя как факт, что гиперпространство «параллельных» миров — это новая сфера экспансии капитализма, то авторы теории «виртуального класса» А. Крокер и М. Вэйнстейн делают акцент на критике — разоблачении киберкапитализма как системы, порождающей новый тип неравенства и эксплуатации. Владельцы компаний, производящих программное обеспечение и предоставляющих доступ в Internet, рассматриваются как ядро нового господствующего класса, движимого волей к виртуальности и превращающего виртуальную реальность в капитал. Виртуализацией Крокер и Вэйнстейн называют новый

тип отчуждения: отчуждение человека от собственной плоти в процессе пользования компьютерами и превращение ее в потоки электронной информации, подпитывающие виртуальный капитал. Канадские авторы очевидно перефразируют метафору Маркса, именовавшего капитал вампиром, питающимся живым трудом¹. Вообще говоря, модель Крокера и Вэйстейна — это скорее результат постмодернистской стилизации марксистской риторики, нежели итог собственно социологического анализа.

Модель «виртуализации социального» М. Паэтау базируется на теории Н. Луманна, в которой общество определяется как система коммуникаций. Паэтау интерпретирует возникновение гиперпространства сети Internet как результат «использования» обществом новых форм коммуникации для самовоспроизводства — аутопойесиса (по терминологии Луманна). Наряду с традиционными формами, «реальными» интеракцией и организацией, коммуникация посредством компьютера вносит вклад в производство социальности. Изменение общества рассматривается как структурная дифференциация системы вследствие появления в ней новых элементов — виртуальных аналогов реальных коммуникаций. Представление о перманентной структурной дифференциации играет в системной теории столь же фундаментальную роль, что и тезис о перманентном росте производительных сил в историческом

¹ «Капитал — это мертвый труд, который, как вампир, оживает лишь тогда, когда всасывает живой труд и живет тем полнее, чем больше живого труда он поглощает» (Маркс К., Ф. Энгельс. Сочинения. 2-е изд. Т. 23. С. 244).

материализме. Поэтому виртуализация социального рассматривается как очередной системный эффект.

Подходы германских и канадских теоретиков до некоторой степени эвристичны. Они позволяют концептуализировать многочисленные эмпирические тенденции, увязать их в целостной и вместе с тем простой теоретической модели трансформации общества. Но эта простота модели достигается не как результат обобщения характерных черт исследуемых тенденций, скорее, она заимствуется у классиков как готовая универсальная схема. Некритическое использование моделей, созданных применительно к иным социально-историческим условиям, затушевывает специфичность наблюдаемых тенденций, то принципиально новое, чем они собственно и интересны. В результате стремление исследователей показать трансформацию общества оборачивается полной противоположностью: они по сути стараются показать, что новые процессы — это лишь вариации тех, что уже описаны классиками. В сдвиге от реальной социальной организации к виртуальной усматривается и подчеркивается только то, что в нем похоже на прошлое: на переход от феодализма к капитализму (от доиндустриального к индустриальному обществу) или на функциональную дифференциацию экономической, политической, правовой и других систем общества.

Заимствуя объяснительные схемы у К. Маркса или Н. Луманна, теоретики невольно оказываются последователями того технологического детерминизма, за который они критикуют создателей теорий информационного общества. Использование детерминистской схемы «новые производительные силы — новые общественные отношения» или функционалист-

ской «новые элементы — новая структура» а priori сводит исследуемую трансформацию общества к совокупности социальных эффектов компьютеризации. Виртуализация рассматривается либо как технологический процесс, имеющий социальные последствия, либо как процесс социальный, но опосредованный компьютерами и без компьютеров невозможный. В результате происходит теоретическая фетишизация технологии виртуальной реальности, описание которых вытесняет собственно социологический анализ. Например, у А. Бюля, чья работа теоретически и эмпирически основательнее других, виртуализация — это технический процесс создания виртуального общества как «параллельно» существующего с реальным обществом. В рамках теории «виртуального общества» в реальном «сегменте» общества изменений нет, там вообще ничего не происходит. Но ведь именно там возникли те самые технологии виртуальной реальности, на описании которых Бюль строит свою теорию общественных изменений. Дать ответ на вопрос «откуда взялись изменения?» можно, только рассматривая виртуализацию как процесс социальный, как процесс изменения общества в целом, а не как создание «параллельного» виртуального общества.

Предлагаемая здесь концепция виртуализации общества уже в ее первоначальной формулировке¹ основывалась на критическом подходе, то есть на рефлексии социально-исторической обусловленности, а значит, и ограниченности классических моделей трансформации общества, и на целостном описа-

¹ *Иванов Д.В. К пониманию современности: критический вызов // Проблемы теоретической социологии. Вып. 2. СПб., 1996.*

нии эмпирически фиксируемых тенденций, которые невозможно свести лишь к компьютеризации нашей жизни или ее прямым следствиям. Объяснение новых тенденций строится исходя из анализа стремлений—ценностей, из представления об обществе не как о системе институтов, но как о процессе реализации ценностей, процессе — историческими моментами которого являются формирование и упадок социальных институтов как реальности *sui generis*. Только при таком рассмотрении использование понятия виртуальности как теоретической метафоры становится вполне корректным и эффективным.

Существует два основных смысла понятия «виртуальное». Первый восходит к традиционному естествознанию, в котором смысл термина «виртуальное» раскрывается через противопоставление эфемерности бесконечно малых перемещений объектов или бесконечно малых периодов существования частиц и стабильной в своих пространственно-временных характеристиках реальности. Второй смысл порожден практикой создания и использования компьютерных симуляций и раскрывается через противопоставление иллюзорности объектов, создаваемых средствами компьютерной графики, и реальности материальных объектов. В понятии «виртуальная реальность» оба смысла парадоксальным образом соединяются. Поведение изображаемого объекта воспроизводит пространственно-временные характеристики поведения объекта вещественного.

В качестве универсальных свойств виртуальной реальности можно выделить три характеристики:

— нематериальность воздействия (изображаемое производит эффекты, характерные для вещественного);

— условность параметров (объекты искусственны и изменяемы);

— эфемерность (свобода входа/выхода обеспечивает возможность прерывания и возобновления существования).

О виртуализации применительно к обществу можно говорить постольку, поскольку общество становится похожим на виртуальную реальность, то есть может описываться с помощью тех же характеристик. Виртуализация в таком случае — это любое замещение реальности ее симуляцией/образом — не обязательно с помощью компьютерной техники, но обязательно с применением логики виртуальной реальности. Эту логику можно наблюдать и там, где компьютеры непосредственно не используются. Например, виртуальной экономикой можно назвать и ту, в которой хозяйственные операции ведутся преимущественно через Internet, и ту, в которой спекуляции на фондовой бирже преобладают над материальным производством. Виртуальной политикой можно назвать борьбу за власть и посредством агитации с помощью web-страниц или пресс-конференций в Internet, и посредством рекламных акций в телестудии или на концертной площадке.

Определение социальных феноменов с помощью понятия виртуальности уместно тогда, когда конкуренция образов замещает конкуренцию институционально определенных действий — экономических, политических или иных. Социальное содержание виртуализации — симуляция институционального строя общества первична по отношению к содержанию техническому. Общее представление о феномене замещения реальности образами позволяет разрабатывать собственно социологический подход: не

компьютеризация жизни виртуализирует общество, а виртуализация общества компьютеризирует жизнь. Именно поэтому распространение технологий виртуальной реальности происходит как киберпротезирование. Оно вызывается стремлением компенсировать с помощью компьютерных симуляций отсутствие социальной реальности.

В постиндустриальную, постмодернистскую эпоху трансформация общества приобретает совсем иной характер, чем предполагали теоретики информационного общества. Их модели, как и модели виртуализации М. Паэтау, А. Бюля, А. Крокера и М. Вэйнстейна, основываются на стереотипном представлении об обществе как системе институтов. Институциональный строй и представляет собой то устойчивое и объективное по отношению к индивидам, что можно назвать реальностью. Но институциональный строй, как показали К. Маркс, М. Вебер, П. Бергер и Т. Лукманн, есть социально-историческая реальность, есть результат самоотчуждения человека. Превращение в последние десятилетия этой реальности в эфемерную, нестабильную, описываемую постмодернистским принципом *anything goes*, как раз и объясняется ее историчностью. В эпоху Постмодерн сущность человека отчуждается уже не в *социальную*, а в *виртуальную* реальность. Речь в данном случае идет отнюдь не только о так называемых киберпанках — людях, для которых смыслом жизни стало погружение в миры компьютерных симуляции и «бродяжничество» по сети Internet, хотя именно киберпространство — базовая для предлагаемой концепции метафора. В любого рода виртуальной реальности человек имеет дело не с вещью (располагаемым), а

с симуляцией (изображаемым). Человек эпохи Модерн, застающий себя в *социальной реальности*, воспринимает ее всерьез, как естественную данность, в которой приходится жить. Человек эпохи Постмодерн, погруженный в *виртуальную реальность*, увлеченно «живет» в ней, сознавая ее условность, управляемость ее параметров и возможность выхода из нее. Перспектива того, что отношения между людьми примут форму отношений между *образами*, и есть перспектива виртуализации общества. В этой перспективе появляется возможность трактовать общественные изменения, различая старый и новый типы социальной организации с помощью дихотомии «реальное / виртуальное».

ПОСТМОДЕРНИЗМ: СИМПТОМЫ РАЗВЕЩЕСТВЛЕНИЯ ОБЩЕСТВА

Восприятие общества как реальности на протяжении XIX—первой половины XX в. было не просто теоретической точкой зрения, которую можно было критиковать, как это делал, например, М. Вебер. Представление об объективности социальной реальности было обыденным автоматизмом мышления и поведения. Немногочисленные рефлектирующие социологи вроде М. Вебера могли лишь корректировать это представление, предостерегать от его абсолютизации. Ситуация принципиальным образом изменилась во второй половине XX в. Теперь гораздо убедительнее выглядят и все чаще абсолютизируются разного рода номиналистские и феноменологические концепции социальной реальности. Но наиболее радикален и потому симптоматичен постмо-

дернизм, констатирующий дестабилизацию и даже исчезновение этого рода реальности.

Становление постмодернизма как эстетического и идейного течения приходится на 1960—1970-е гг. Начало использованию термина «постмодернизм» было положено в 1960-х гг., когда поборники нового направления в архитектуре отказались следовать принципу рационализации конструкций зданий и на смену стилевому единообразию в духе функционализма пришла «игровая» архитектура намеренно вычурных и запросто совмещаемых стилизаций. К концу 1970-х гг. эклектичность уже предстала как общая характеристика, а коллаж как универсальная эстетическая форма новой культурной эпохи — Постмодерна. Отвечая на вопрос, что такое постмодернизм, французский философ Ж.-Ф. Лиотар констатировал:

«Эклектизм есть отправная точка современной культуры в целом: человек слушает реггей, смотрит вестерн, ест пищу от McDonald's за ланчем и блюда местной кухни за ужином, пользуется парижской парфюмерией в Токио и носит одежду в стиле "ретро" в Гонконге...»¹

Хотя Лиотар и определяет новую культурную ситуацию посредством сугубо эстетической категории, сама эта категория в контексте противопоставления Постмодерна и Модерна имеет явно общесоциологический смысл. Антиподом постмодернистской эклектичности является модернистская упорядоченность (связность, однозначность), то есть та определенность, которая задается институциональным строем любому роду деятельности — художе-

¹ *Lyotard J.-F. The Postmodern Condition. Manchester, 1984. P. 76.*

ственному творчеству, выбору пищи и одежды, занятию бизнесом или политикой. Те тенденции, которые уже традиционно квалифицируются как проявления постмодернизма в различных сферах общества, объединяет именно обнаруживающаяся в них эклектичность — превращение системы (связной последовательности и единообразия деятельности) в конгломерат (парадоксальное соединение разнородных и фрагментарных актов).

В экономике главный симптом перехода к Постмодерну — это консьюмеризм, ставший в развитых странах на протяжении 1950—1960-х гг. образом жизни и стратегией поведения на рынке как для масс потребителей, так и для корпораций. На перенасыщенном рынке масса однотипных товаров дифференцируется посредством незначительных различий в дизайне и аксессуарах. Потребление индивидуализированных товаров и услуг становится средством индивидуализации стиля жизни. Нарастает сегментация рынка, сегменты пересекаются, и нарушается устоявшаяся стратификация внутренне однородных стилей потребления. Возникает эклектизм, описанный Лиотаром и наглядно демонстрирующий нарушение задаваемой институциональными нормами однозначности связи между экономическим статусом и стилем потребления.

В политике в 1960—1970-х гг. распространились сформулированные еще в конце 1950-х гг. доктрины «конца идеологии» и конвергенции¹, отрицавшие

¹ См., например: *Bell D.* The end of ideology. New York, 1960; *Sorokin P.* Mutual convergence of the United States and the USSR to the mixed sociocultural type // *International journal of the contemporary sociology*. 1960. N 1.

цели и принципы политической борьбы, устоявшиеся за полтора столетия модернизации. Альтернативой модернистским политическим доктринам и партийным организациям стали в последней трети XX в. антивоенное, правозащитное и экологическое движения, движения «народной дипломатии», движения, отстаивающие интересы этнических, культурных, сексуальных меньшинств, локальных общин и т. д. Происходит миноритизация¹ политики. Электорат как однородная масса, распределяющаяся на большинство и меньшинство вдоль единственной оси «правые — левые», замещается конгломератом меньшинств, для которых главной ставкой в политической борьбе является право на альтернативный образ жизни. В такой ситуации стратегия сбора голосов не может базироваться на однозначной, унифицированной доктрине—идеологии. Мультикультурализм становится не столько идейной, сколько прагматической основой политической деятельности.

В науке конца XX в. возобладала тенденция теоретического плюрализма, закрепившая радикальный лозунг методологического анархизма «можно все» (*anything goes*)² в форме мультипарадигмальности. Принцип кумулятивизма научного знания замещается принципом пролиферации — безграничного умножения теорий, нередуцируемых одна к другой. Представление о принципиальной несоизмеримости теорий релятивизирует научную истину, абсолютизированную в культуре эпохи Модерн. До-, пара-, ненаучные представления реабилитируются в

¹ От англ. *minority* — меньшинство.

² *Feyerabend P. Against method. Outline of an anarchistic theory of knowledge. London, 1975.*

общественном сознании, воспринявшем критику сциентизма и последствий научно-технического прогресса.

В сфере искусства формируется и закрепляется практика (и соответствующие доктрины) соединения элементов разных стилей и художественных техник в коллажах, которые расцениваются не с точки зрения свободы видения и самовыражения субъекта творчества и не с точки зрения совершенства техники изображения объекта, но с точки зрения возможности интерпретации связи произведения с различными художественными традициями. Концептуализм в изобразительном искусстве и литературе, кино-ремейки, поп-музыка 1960—1970-х гг. отмечены этой тенденцией к синтезу стилей, жанров, техник, присущих различным художественным направлениям и культурам. Полистилизм — это ныне не столько характеристика сосуществования / конкуренции художественных направлений и школ, сколько основа и характер художественной деятельности вообще.

В результате сексуальной революции и нового подъема феминизма во второй половине XX в. происходит плюрализация сексуальной морали и форм сексуальной жизни. Общественное мнение примиряется с тем, что сексуальная ориентация индивидов одного пола не только может быть различной, но даже непостоянной и неопределенной. Получают распространение альтернативные формы семьи: неполная, пробная, дислокальная, гомосексуальная.

Отмеченные тенденции фрагментации в рамках модернистской картины мира предстают как дестабилизация социального порядка. Поэтому противники постмодернизма по-своему правы, когда квали-

фицируют моду на критику гуманизма и науки, на скепсис в отношении эстетических и общественно-политических идеалов как угрожающий симптом «цинизма и нигилизма»¹. Промодернистски ориентированные авторы понимают или, по крайней мере, чувствуют, что суть постмодернизма в развенчании «идолов» Свободы и Прогресса. Основание постмодернизма — недоверие к «великим преданиям» эпохи Модерн², сомнение в том, что научный и технический *прогресс*, подчинение природных и управление социальными силами есть безусловное благо, что все это *освобождает* человека от нужды, угнетения и предрассудков; сомнение в том, что «новое» обесценивает, делает ненужным «старое». Постмодернизм означает уравнивание в правах «объективного» и «субъективного», «рационального» и «иррационального», «научного» и «ненаучного», «архаичного» и «современного». Постмодернизм как некое «после», то есть сменяющее модернизм, ориентирован на *движение дальше* Прогресса и *избавление* от Свободы. Абстрагируясь от пристрастности обличителей постмодернизма, следует признать, что ими точно схвачена характерная тенденция Постмодерна — беззастенчивое использование плодов Модерна в антимодернистском отрицании его. Поэтому понятие цинизма здесь вполне уместно. Нужно лишь социологически его интерпретировать.

¹ См., например: *Harvey D. The condition of postmodernity. Oxford, 1989; Vattimo G. The end of modernity. Nihilism and hermeneutics in post-modern culture. Cambridge, 1988.*

² *Lyotard J.-F. The Postmodern Condition.*

Цинизм здесь — это усилие *освободиться* от модернистских ценностей, овеществленных в социальных институтах, посредством модернистских же социальных технологий. Такого рода цинизм и демонстрируют постмодернистские практики с их ироничным эклектизмом. Эклектизм нарушает институционально устанавливаемые эстетические, этические, политические и иные иерархии и границы. Но постмодернисты не столько отрицают, сколько симулируют социальную активность в модернистском, нормативном ее толковании. Постмодернизм не вводит новые ценности и потому сводится к демонстрации нарочито «свободного» и «прогрессивного» отношения к ценностным приоритетам, иерархиям, характерным для эпохи Модерн.

Постмодернизм и как теория, и как практика возможен потому, что Свобода и Прогресс перестают быть проблемой. Рационализация общества и эмансипация индивида все-таки состоялись, хотя результаты этих процессов неожиданны и болезненны для сознания, поглощенного модернистской идеологией: процесс реализации ценностей оказался процессом овеществления. В отрегулированном, автоматизированном обществе массового потребления и массовой демократии можно быть скептиком и нигилистом в отношении Свободы и Прогресса, нет нужды быть деятельным и целеустремленным, потому что из идеологии, ориентирующей мышление на осознанный выбор целей и способов действий, Свобода и Прогресс превратились в элементы коллективного бессознательного, в интеллектуальные привычки и поведенческие автоматизмы. Из сферы общественного устройства Свобода и Прогресс перекочевали в сферу повседневности, обу-

ройства быта. Мотивы Свободы и Прогресса больше не определяют выбор политического и экономического курса, но зато, если судить по вездесущей рекламе, определяют выбор одежды, еды или косметики.

Постмодерн как культурно-историческая эпоха / ситуация (вторая половина XX — начало XXI в.) характеризуется реализованностью / исчерпанностью ценностей Свободы и Прогресса и наличием системы социальных институтов, сложившихся в качестве форм реализации этих ценностей. Следствием неактуальности модернистских ценностей становится упадок мобилизующей и организующей силы общества как системы институтов. Симптомами упадка институтов можно считать снижение доверия к корпорациям и государству, снижение членства в партиях и профсоюзах, активизацию так называемых новых социальных движений на фоне инертности масс, и в целом — описанную выше фрагментацию социального порядка. Упадок институционального строя отражен в социологической теории конца XX в. Наиболее ярко эта рефлексия представлена в концепции Ж.-Ф. Лиотара, констатировавшего «атомизацию» социального в эпоху «расслабленности»¹, и в концепции Ж. Бодрийяра, провозгласившего «конец социального» в эпоху «инертности» и «меланхоличности»². По мысли Лиотара, при переходе от Модерна к Постмодерну происходит дезинтеграция социальных агрегатов, их распадение на массы индивидуальных «атомов». «Атомизация» социального — это образова-

¹ *Lyotard J.-F. The Postmodern Condition.*

² *Baudrillard J. In the shadow of the silent majorities or The end of the social and other essays. N. Y., 1983.*

ние множества «гибких сетей языковых игр». Согласно Бодрийяру, социальность, под которой он по всей видимости понимает интеграцию индивидов в общество посредством целесообразных взаимодействий, ориентированных на ценности, на исходе XX в. исчезает, поглощаемая «черными дырами» безразличных масс (потребителей, избирателей, телезрителей). Массы — это экстатический конец социального. Лиотар и Бодрийяр — постмодернисты и их нарочито метафоричные концепции могут рассматриваться как своего рода идеология нового интеллектуального и эстетического течения. Однако и представитель вполне респектабельной социологии А. Турен фиксирует ту же тенденцию «исчезновения» социального, когда пишет, что общество ныне предстает не как «институционально регулируемое целое», а как «арена конфликтов из-за использования символических благ»¹.

Концепции Ж.-Ф. Лиотара, Ж. Бодрийяра, А. Турина весьма симптоматичны. Взятые вместе, они позволяют сделать вывод, что общество переопределяется. С переходом в новую эпоху, в которой ценности реализованы и потому не актуальны, то, что считается социальной структурой, социальной реальностью *per se* утрачивает устойчивость и определенность, и тогда социологи начинают говорить об эфемерности, нестабильности, неопределенности, парадоксальности, иррациональности или вовсе об исчезновении социального бытия в ситуации Постмодерна. Общество не исчезает, хотя перестает быть реальным. Поскольку существо современного

¹ *Touraine A. The waning sociological image of social life // International journal of comparative sociology. 1984. N 1.*

общества (Modern society) в реализации ценностей как того, о чем, по выражению Хайдеггера, «во всем постоянно идет дело»¹, то образующие социальную реальность так называемые основные подсистемы «общества вообще» — политика, экономика, наука, культура — суть лишь ценностные ориентации эпохи Модерн. Структурная дифференциация общества обусловлена не детерминацией (К. Маркс), не функциональностью (Т. Парсонс) или аутопойесисом (Н. Луманн), а простым подведением артефактов и социальных технологий под рубрики *расположения сущим*. Ведь отнесение к экономике, к политике или искусству определяется вовсе не свойствами вещей, слов или поступков, а отношением к ним как жизненно важным или несущественным. Концепции иерархии, равноправности и, наконец, самодостаточности «подсистем» общества (экономики, политики, науки и т. п.) артикулируют формы такого отношения, формы ценностной рубрикации.

В силу того что структура общества есть лишь ценностная рубрикация, с деактуализацией ценностей общество развеществляется: оно становится эфемерным, абсурдным, ирреальным, но продолжает существовать. Институциональная структура перестает быть собственно социальной структурой, но она отнюдь не исчезает. Этот парадокс объясняется с помощью понятия симуляции, введенного в 1970-х гг. Ж. Бодрийяром.

¹ «Если ценность есть то, о чем во всем постоянно идет дело, то одновременно она оказывается тем, в чем имеет свое основание всякое “дело”, в нем пребывая и из него черпая свою устойчивость» (Хайдеггер М. *Время и бытие*. М., 1993. С. 71).

Написав об «утрате» реальности в эпоху Постмодерн, Бодрийяр на свой манер констатировал ситуацию завершения процесса овеществления общества¹. Дефицит реальности у Бодрийяра — это вовсе не дефицит вещей и поступков. Напротив, он пишет о нарастающем «перепроизводстве» их в качестве знаков реального. Стало быть, под реальностью понимается некое «реальное» содержание, то есть ценностное наполнение вещей и поступков. Утрата реальности в концепции Бодрийяра — это утрата различения знака—образа и референта—реальности. Бодрийяр различает четыре последовательные фазы отношения между знаками и реальностью: образ является отражением подлинной реальности; он маскирует и извращает подлинную реальность; он маскирует отсутствие подлинной реальности; он не имеет никакой связи с какой бы то ни было реальностью. Постмодерн — время перехода к отношению третьего и четвертого порядков. «Знаки» не обмениваются больше на «означаемое», они замкнуты сами на себя. Они симулируют наличие связи «знак—референт», и эти симулякры² функционируют как самореферентные знаки.

В свете концепции кардинального изменения в «способе означивания» самоподдержание социальной системы предстает как симуляция, скрывающая отсутствие «подлинной реальности», под которой Бодрийяр явно подразумевает реальность, задаваемую проблемной картиной мира Модерна. Когда процесс овеществления приходит к своему логическому завер-

¹ Baudrillard J. Simulacres et simulation. Paris, 1981.

² Введенный Бодрийяром термин «симулякр» обозначает продукт / продукты процесса симуляции.

шению, Свобода и Прогресс перестают быть аутентичной реальностью, тем «референтом», по отношению к которому артефакты и социальные технологии суть «знаки». Однако Бодрийяр упустил из виду, что сами «знаки» — артефакты и социальные технологии — в процессе овеществления становятся «новой реальностью». Теперь знаки реального более действенны, чем сама реальность. Ценности в роли «референта» необходимы лишь как алиби существующего порядка вещей. Дефицит действительной референции вещей и поступков к Свободе и Прогрессу компенсируется интенсивной знаковой манипуляцией. Отсюда — «перепроизводство» символов Свободы и Прогресса в масс-медиа, в рекламе и на упаковке товаров и т. п. Налицо симуляция не реальности вообще (знать бы еще, что это такое), а реальности социальных институтов Модерна, и эта симуляция — симптом и фактор *развеществления общества*.

Развеществление — это сугубо негативная характеристика. Она указывает на отрицание старого и характеризует новое лишь как отсутствие старого. Но общество, развеществляясь, не исчезает. Ироничная симуляция институциональных образцов в постмодернистских практиках — это новый модус «бесплотного» существования общества. Концепция симуляции раскрывает социокультурный смысл постмодернизма как продолжение Модерна после его окончания. По словам склонного к эпатирующим метафорам Бодрийяра социальное по сути мертво, но продолжается в отвратительной форме, подобно росту ногтей и волос у трупа¹. Но возмож-

¹ Baudrillard J. L'Illusion de la fin ou la greve des evenements. Paris, 1992.

на и менее эмоционально окрашенная и лучше поддающаяся социологической операционализации метафора развеществления общества. Это — виртуальная реальность.

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ: ЗАМЕЩЕНИЕ РЕАЛЬНОСТИ ОБРАЗАМИ

Превращение в последние десятилетия XX в. социальной реальности в эфемерную, нестабильную, описываемую постмодернистским принципом *anything goes*, явно коррелирует с возрастанием в жизни людей роли различного рода симулякров — образов реальности, замещающих саму реальность. Упадок реальности, описанный Бодрийяром и Лиотаром, отнюдь не апокалиптичен. Просто «старая» реальность сменяется «новой» реальностью. В результате развеществления общество приобретает черты, описание которых приводит нас к использованию понятия виртуальной реальности.

Виртуальная реальность предполагает взаимодействие человека не с вещами, а с симуляциями. Реальность общества эпохи Модерн — это овеществленная институциональная структура, делающая практики независимыми от устремлений индивидов. Индивид, находясь в *социальной реальности* институтов, воспринимает ее как естественную данность, в которой приходится жить. В эпоху Постмодерн индивид погружается в *виртуальную реальность* симуляций и во все большей степени воспринимает мир как игровую среду, сознавая ее условность, управляемость ее параметров и возможность выхода из нее. Различение старого и нового типов

социальной организации с помощью дихотомии «реальное / виртуальное» позволяет ввести понятие виртуализации как процесса замещения институционализированных практик симуляциями. Таким образом, термин «виртуализация» не только оказывается адекватным феноменам, описываемым как постмодернизм и развешествление, но даже предстает как более эвристичное, чем два последних концепта, поскольку открывает перспективу концептуализации не «конца» или «исчезновения» прежнего общества, а процесса формирования нового.

Применительно к обществу в целом, виртуализация предстает не как единый процесс, а скорее — как серия разнородных, но направленных сходным образом тенденций в различных сферах жизнедеятельности. Это можно продемонстрировать, описывая симуляцию модернистских институционализированных практик в избранных для анализа институциональных сферах: экономике, политике, науке, искусстве, семье.

ЭКОНОМИКА: ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ

Экономические институты современного общества (Modern society) образуют комплекс норм, определяющих способы постановки и решения проблем создания, распределения и использования богатства. Хозяйственные практики жестко ориентированы на следование этим нормам. Рынок, предпринимательство, корпорация, финансы — все это системы норм, задающих путь к созданию стоимости. В новой, постмодернистской экономике именно эти элементы виртуализируются.

Производство любой вещи после двух столетий технологической революции не является больше реальной экономической проблемой. Массовое производство обеспечивает заполнение рынка огромным количеством практически однородных по своим качествам вещей. Проблемой номер один для развитой экономики становится потребление, а точнее — превращение произведенных вещей в предмет потребления. Для потребителя эта проблема оборачивается проблемой выбора из многообразия марок — товарных знаков, призванных запечатлеть на вещах их особенность. В условиях массового производства и массового потребления в качестве товара выступает прежде всего знак. Социальный статус товарного знака определяет, каких денег стоит вещь, не указывая на ее реальные свойства и на затраты труда по ее производству. Механизм ценообразования, дифференцирующий вещи «от кутюр» и продукцию менее именитых фирм, адекватно описывается не А. Смитом, К. Марксом или Дж.М. Кейнсом, а скорее Фомой Аквинским. «Справедливая цена», согласно средневековым представлениям, всегда зависит от «происхождения» предложения. Стоимость товара определяется социальным статусом производителя, а не статус — стоимостью, как в эру классического капитализма (XVIII—XIX вв.).

«Происхождение» предложения ныне обеспечивается рекламой. Реклама создает *образ* товара или фирмы. Именно эти *образы*, а не реальные вещи обращаются на постмодернистском рынке. Физический объект рекламы перестает быть означаемым и становится «означающим» по отношению к рекламируемому образу. Поэтому собственно экономический процесс, то есть производство стоимости, покидает паш-

ню, конструкторское бюро и сборочный конвейер и перемещается в офис маркетолога и консультанта, в рекламное агентство и студию. Производится не вещь (шампунь, костюм, автомобиль), а образ (привлекательности, уверенности, стильности, уникальности, респектабельности). Не случайно в последние десятилетия XX в. на фоне общего роста ВВП не только сельское хозяйство, но и добывающая и обрабатывающая промышленность становятся малорентабельными, дотируемыми отраслями. Прибыльными, обеспечивающими фиксируемый статистикой экономический рост, являются отрасли, в которых создаются образы.

Перемещение процесса создания стоимости в отрасли, ранее расценивавшиеся как непроизводительные, подтверждается и изменением структуры занятости. Доля занятых непосредственно в сфере «реального» производства (в так называемых первичном и вторичном секторах экономики) снижается, а доля занятых в сфере услуг, куда входят в числе прочего маркетинг, консалтинг и рекламный бизнес, растет (табл. 1).

Таблица 1. Динамика занятости в наиболее развитых странах, %

Страна	1973			1987			1990		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
США	4.1	32.3	63.6	3.0	27.1	69.9	2.8	25.0	72.2
Великобритания	2.9	41.7	55.4	2.4	29.8	67.8	2.1	28.8	69.1
ФРГ	7.1	46.6	46.3	5.2	40.5	54.3	3.7	40.0	56.3
Япония	13.4	37.2	49.4	8.3	33.8	57.9	7.2	34.1	58.7

Составлено по: *Crafts N., Woodward N. (eds.). The British economy since 1945. Oxford, 1991; Мельянец В.А. Восток и Запад во втором тысячелетии: экономика, история и современность. М., 1996.*

Возрастание экономической роли рекламы хорошо иллюстрируется данными об опережающих темпах роста занятости в этой отрасли по сравнению с «производством» и с сервисом (табл. 2).

Таблица 2. Динамика занятости по отраслям в странах ЕС в 1980-х гг.

Отрасль экономики	Среднегодовые темпы изменения занятости, %
Реклама	3.0
Банковское дело	2.0
Страхование	1.0
Черная металлургия	-6.1
Автомобилестроение	-1.0
Сельское хозяйство	-1.4
Пищевая промышленность	-1.3

Составлено по: The world in 1990 // The Economist. 1990. December 8—14.

Помимо числа занятых в рекламном бизнесе, растет и доля затрат на рекламу в бюджете товаропроизводителей. На протяжении 1990-х гг. расходы на рекламу в США, Великобритании, Германии, Японии росли в среднем на 2,5—3 % в год, тогда как ВВП — на 1,5—2 %. Важным показателем является также отношение затрат на рекламу к объему продаж. В американских компаниях, например, затраты на рекламу в середине 1990-х гг. составили в среднем 7% от объема продаж. Если принять во внимание, что расходы на исследования и разработку новой продукции составили менее 5%, можно сделать вывод: экономически симуляция вещи в рекламном послании начинает превалировать над собственно вещью и ее реальными потребительскими качествами. В этом контексте минимальными

следует считать рекламные усилия корпорации Ford Motor, потратившей в 1995 г. на рекламу «всего лишь» 925 млн долларов (при объеме продаж около 92,3 млрд долл.), а выдающимися можно считать рекламные усилия корпорации Colgate-Palmolive, израсходовавшей на рекламу 500 млн долл. (при объеме продаж около 7 млрд долл.).

Теперь к трем традиционным концепциям цены можно добавить четвертую, которая еще недостаточно четко определена теоретически, но уже присутствует в реальной экономической практике:

1) марксизм: цена — функция «объективной» стоимости (императив «реального» производства);

2) маржинализм: цена — функция «субъективной» стоимости (императив потребления);

3) монетаризм: цена — функция меновой стоимости (императив рынка);

4) «виртуализм»: цена — функция образа стоимости (императив «виртуального» производства).

Практическое формирование этой новой концепции зафиксировал японский исследователь Кениши Омае, который охарактеризовал этот процесс как «главный парадигмальный сдвиг последнего десятилетия»¹. Наблюдая, как в Японии маркированные сельхозпродукты продаются по ценам в несколько раз превышающим цены на того же рода и качества продукты без марки, т. е. без искусно смоделированного образа, К. Омае пришел к выводу, что в данном случае добавленная стоимость возникла в результате умелых и четко направленных усилий по созданию марки и что эта добавленная стоимость

¹ *Ohmae K. The borderless world, power and strategy in the interlinked economy. London, 1990. P. 177.*

того же рода, что и стоимость добавляемая такими модными домами, как Ив Сен Лоран или Дживанши, скажем, к галстукам, которые сделаны из того же материала и с тем же качеством, что и другие галстуки, но стоят в 5—6 раз дороже².

Поскольку на рынке обращаются изображения ценностей потребителя, то возможной становится симуляция инноваций. Модификации, не затрагивающие функциональных свойств вещи и не требующие реальных трудозатрат, в виртуальной реальности рекламных образов выглядят, как «революционный переворот», «новое слово» и тому подобное. В стратегии ведущих фирм центральным звеном становится создание модельного ряда — серии изделий, функционально одинаковых, но различающихся аксессуарами, главное назначение которых — быть информационным поводом, то есть давать возможность создания рекламного имиджа, который вызвал бы заданные ассоциации с ценностями Свободы и Прогресса, культивируемыми в сознании современных потребителей. Модельный ряд — это искусная симуляция технологического прогресса, позволяющая получать «справедливую цену» за серию «новых возможностей» и «улучшенных характеристик». Преобладание такого рода стратегии в деятельности товаропроизводителей объясняет, почему в ВВП развитых стран доля расходов на рекламу выше доли НИОКР. В США в 1996 г. соотношение этих долей было 3,5% против 1,9%.

Симуляция модернистских практик создания товара и инноваций приводит к виртуализации институтов рынка и предпринимательства. Исполнение

² Ibid. P. 175—176.

ролей агентов рынка — конкурирующих производителей, отвечающих предложением на спрос, становится виртуальным. Виртуальным становится и исполнение ролей предпринимателей — экономических агентов, основным содержанием деятельности которых и основой благополучия должна быть инновация¹.

Виртуализация еще одного ключевого института — фирмы (корпорации) связана с симуляцией труда. Поскольку стоимость создается не на конвейере и не в конструкторском бюро, то зачастую нет больше нужды во многих атрибутах производственной организации: офисов, в которых рабочие места организуются и заполняются работниками по образцу конвейерной технологической цепочки; процедур контроля трудозатрат; сложной иерархии должностных полномочий и т. д. Виртуализация продукта предполагает новую организацию труда, тем более что новые информационные/коммуникационные технологии делают возможной организацию рабочего места (для подавляющего большинства работников) практически везде: дома, у клиента, в отеле, автомобиле, самолете. Организация труда в форме «рабочего времени» как распорядка присутствия в офисе или расписания выполнения технологических операций утрачивает экономическое содержание, но сохраняет социальное значение, и потому она не исчезает, а становится симулякр. Посредством этой организации симулируется структурная определенность и роль экономической сферы, ее обособленность от «неэкономической», поддерживается практика калькуля-

¹ Шумпетер Й. Теория экономического развития. М., 1992.

ции себестоимости на основе трудовой теории или теории факторов стоимости. С другой стороны, образ фирмы обеспечивает успех образу товара/услуги. Поэтому «неэкономические», социальные и социально-психологические аспекты организации труда и функционирования предприятия — офисный дизайн, поддержание атрибутов образа работника и работающей организации, культивирование public relations (PR) приобретают непосредственно экономический смысл. Они становятся важными компонентами создания образа фирмы, который предопределяет стоимость предлагаемых ею товаров/услуг. Именно поэтому эти компоненты стали в последние годы полноценными отраслями экономики. Офисный дизайн, корпоративный имидж, PR-акции — весьма ходкий товар для корпоративных клиентов.

Образ фирмы не только является фактором стоимости ее продукции, этот образ обладает собственной и даже самодовлеющей стоимостью. В качестве специфического товара он выбрасывается на фондовый рынок. Соотношение стоимости акций и доходов ведущих компаний в области создания hardware & software в 1996 г. наглядно демонстрирует, что на рынке акций обращаются именно образы (табл. 3).

Таблица 3. Степень капитализации ведущих компьютерных корпораций

Компания	Соотношение стоимость акций / доход
Microsoft	38
Intel	17
Compaq	13
IBM	12

Составлено по: Business Week. 1996. December 30.

Активнее других рекламируемые Microsoft и Intel — это очевидные виртуальные гиганты, поскольку, например, доходы IBM от продажи software в 1995 г. были выше, чем доходы Microsoft. Но в том и дело, что на бирже теперь обращаются даже не ожидания (как полагал Кейнс), а имиджи. Рекордно высокие котировки акций в большей степени обеспечиваются агрессивной рекламой торговых марок, нежели собственно производственными и коммерческими усилиями компаний. Успехи на рынке акций компаний, работающих в области компьютерных технологий, можно было бы объяснять спекуляцией на завышенных ожиданиях рентабельности фирм — лидеров технического прогресса. Но фондовая лихорадка — это общая тенденция современной экономики (табл. 4).

Таблица 4. Объем фондового рынка, % от ВВП

Страна \ Год	1985	1995	2000*
США	50	85	185
Великобритания	70	120	195
Германия	25	25	70
Япония	60	80	100

* Данные на апрель.

Составлено по: The Economist. 1996. September, 14—20; 2000. May 27—June 2.

Спекуляции на бирже — торговля имиджем, которая превратилась в самодовлеющую отрасль гигантских, дотоле не виданных масштабов.

В перспективе симуляции труда как продуктивной деятельности, организованной в определенное время в определенном месте, весьма симптоматичным представляется появление той организацион-

ной формы, которая получила название «виртуальная корпорация» (далее — ВК). ВК — это временный альянс независимых компаний или даже индивидуальных агентов для решения стратегической, но единичной задачи. Альянс, по мысли адептов концепции ВК, должен существовать как коммуникационная сеть на базе компьютерных технологий, посредством которой компании координируют свои усилия. ВК лишена вертикальной интеграции, центрального офиса, иерархии и прочих атрибутов «реальной» корпорации. После решения поставленной задачи сеть легко может изменить конфигурацию или вовсе распасться¹.

Традиционная компания стремится к контролю — собственности и непосредственному управлению ресурсами на всех этапах создания продукта. Создание же ВК требует отречения от этого «идола», к чему, собственно, и призывают поборники ВК капитанов индустрии. Но преуспели здесь, что характерно, прежде всего небольшие и зачастую недавно созданные компании, специализирующиеся в сфере информационных технологий. Эти «циники» создают альянсы, которые позволяют им «перепоручить» производство аппаратного обеспечения (*hardware*) «традиционалистским» компаниям и тем самым продвигать от своего имени продукт, являющийся результатом усилий многих реальных компаний. Альянсы, симулирующие крупную корпорацию, позволяют их инициаторам добиться локального преимущества в

¹ *Davidow W., Malone M.* The virtual corporation: structuring and revitalizing the corporation for the 21st century. N. Y., 1992; *Byrne J., Brandt R.* The virtual corporation // *Business Week*. 1993. February 8.

конкурентной борьбе с «динозаврами» типа IBM и Microsoft, а после этого распустить альянс и легко переключиться на использование другой возможности, открывающейся на рынке. Успехи разработчиков программных продуктов Linux — яркий пример такого рода рыночной стратегии. Операционная система Linux разработана и постоянно совершенствуется неформальным сообществом программистов-добровольцев, предоставляющих продукт своих усилий через Internet как программное обеспечение для пользователей и как сырье для других программистов, желающих включиться в «семью» Linux. Программисты мотивируются не деньгами, поскольку Linux предоставляется бесплатно, а репутацией. Соотношение долей рынка операционных систем для серверов (табл.5) демонстрирует, что такая виртуальная корпорация создает эффективное программное обеспечение и функционирует ничуть не хуже компаний, имеющих офисы, постоянный штат и систему управления и контроля.

Таблица 5. Динамика долей рынка серверных операционных систем

<i>Серверная операционная система</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>
Linux	7	17	25
Windows NT	35	37	38
Netware	28	24	20
Unix	20	17	14
Другие	10	5	3

Составлено по: The Economist. 1999. February 20—26; 2000. April 15—21.

В середине 90-х годов вкус к созданию ВК почувствовали и «динозавры». Крупные промышленные

корпорации и банки создают «одноразовые» альянсы для создания и продвижения какого-либо продукта и открывают виртуальные офисы в сети Internet. Таким образом, из маргинальной экономической формы ВК обещает превратиться в рутинную общепринятую практику.

Замещение вещественных атрибутов и практик традиционной организации труда их образами означает симуляцию социальных ролей руководителя, работника, клиента и т. д. Корпорация как социальный институт виртуализируется в той мере, в какой следование нормам, превращавшим организацию производства в социальный институт, становится виртуальным.

Процесс виртуализации экономики захватил и деньги. Они ныне не столько вещественный заместитель товаров, сколько *права заимствования*. Если деньги — вещественный заместитель товаров, то только их наличие обеспечивает человека необходимым, независимо от того, кто он. Если деньги — права заимствования, то человек должен предъявить не столько металл, бумагу или пластик, сколько *образ* платежеспособности. Система кредита, которая парадоксальным образом меняет местами процессы производства и потребления (для отдельно взятого индивида), делает важным «происхождение» спроса. «Хорошее происхождение» гарантируется образом «имеющего право на займ». В эпоху Постмодерн точно так же, как концепция «справедливой цены», «возвращается» средневековая практика поддержания строгого соответствия объема денежных расходов статусу их обладателя. Происходит дифференциации спроса, возможно равного по реальному объему, но разного по «происхождению».

Например, кредитными и страховыми учреждениями дифференцируется платежеспособность клиентов, возможно обладающих одинаковыми объемами реальных денег, но разной финансовой и страховой репутацией.

Деньги персонифицируются, они утрачивают свойства безразличной по отношению к индивиду объективной реальности. Электронная подпись, возможность аннулировать потерянную кредитную карточку превращают платежеспособность в функцию знания индивидуального пароля, а не обладания анонимными денежными знаками. Этот образ могут симулировать и частные лица, и функционеры финансовых организаций. Фиктивная часть тотального денежного агрегата M_3 не может единомоментно конвертироваться в наличность по той простой причине, что эта часть — продукт мультипликации. Отдельно взятый делец может обратить толику M_3 в банкноты, но лишь при условии, что подавляющее большинство остальных этого не делает. Единомоментное востребование всех вкладов в банках и всех выплат по страховкам физически невозможно, хотя юридически правомочно. Банк, даже при выполнении нормы резерва, — симулянт платежеспособности. У него нет в наличии денег — вещественных заместителей товаров, львиная доля его активов — разнообразные права заимствования. Тот факт, что на современные хозяйственные процессы оказывает определяющее влияние такой символический и даже фиктивный с традиционной точки зрения фактор, как денежный агрегат M_3 , свидетельствует о том, что деньги ныне не «кровь» (как полагал Т. Гоббс), а «язык жестов» экономики. Развеществление денег, превращение их в симулякр приводит к тому, что исполнение ролей креди-

тора и заемщика становится виртуальным. Стало быть, симуляция обладания деньгами вызывает виртуализацию финансов как социального института.

Виртуальный продукт, виртуальное производство, виртуальная корпорация, виртуальные деньги допускают и провоцируют превращение компьютерных сетей не только в главное средство, но и в среду экономической деятельности. Виртуализация экономики вызывает коммерциализацию киберпространства, где теперь зачастую осуществляется полный цикл сделки и где функционируют виртуальные супермаркеты и виртуальные банки, оперирующие собственной виртуальной валютой. Торговые операции в сети Internet принесли в 1995 г. доход в 350 млн долл., а в 1997 г. был преодолен рубеж в 1 млрд. Эти показатели будут перекрыты в сотни и даже тысячи раз с созданием в сети Internet оптовых рынков сырья и комплектующих, о чем договорились в 2000 г. крупнейшие автомобилестроительные и аэрокосмические корпорации.

Операции, совершаемые у виртуальных витрин при помощи виртуального же кошелька, наглядно демонстрируют, что развивается не так называемая информационная, а совсем иная экономика. Не информация как таковая, не передача данных о свойствах товара/услуги, то есть рациональная денотация, а создание *образа*, мобилизующего аффективные коннотации, приносит прибыль.

Мы живем в эпоху экономики образов и образов экономики. В новой экономике симулируются базовые компоненты экономических практик Модерна — производство товара, инновация, организация труда, обладание деньгами, и, как следствие, виртуализируются институты — рынок, предпринимательство, фирма (корпорация), финансы.

ПОЛИТИКА: ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ВЛАСТИ

Политические институты сформировались в эпоху Модерн как комплекс норм, определяющих способы постановки и решения проблем обладания властью. В эпоху Постмодерн эти базовые компоненты политических практик симулируются, вызывая виртуализацию институтов — выборов, государства, партий.

Борьба за политическую власть сейчас — это не борьба партийных организаций или конкуренция программ действий. Это борьба *образов* — политических имиджей, которые создают рейтинг — и имиджмейкеры, пресс-секретари и «звезды» шоу-бизнеса, рекрутируемые на время политических кампаний. Реальные личность и деятельность политика необходимы лишь в качестве «информационных поводов», то есть служат своего рода алиби для тех, кто формирует имидж. Собственно политический процесс покинул заседания партийных и правительственных комитетов, составляющих программы реформ, распределяющих функции и контролирующих их выполнение. Покинул он и межфракционные переговоры, и партийные митинги. Политика ныне творится в PR-агентствах, в телестудиях и на концертных площадках. Управление и политика в конце XX в. разошлись точно так же, как разошлись производство и экономика. Следствием становится изменение характера политического режима — массовой демократии. В ходе выборов больше не происходит сколько-нибудь существенная смена чиновников-экспертов, которые осуществляют рутинную работу по управлению в «коридорах власти». Меняются так называемые публичные политики, то есть те, кто бук-

важно работает на публику. В наиболее развитых странах Запада это уже почти аксиома. Наличие у кандидатов на выборные государственные посты четкой идеологической позиции, попытки следовать заявленным курсом реформ становятся попросту социально опасными в условиях благополучного и стабильного общества. Замена реальных политических позиций и действий их образами сохраняет модернистскую политику в виде симулякров и обеспечивает успех тем кандидатам, чей имидж, а вовсе не программа или действия, зримо воплощает ценности Свободы и Прогресса. Именно более привлекательный имидж молодых, раскованных, эмоциональных Б. Клинтона, Т. Блэйера, Г. Шредера стал решающим фактором их побед на выборах (соответственно в 1992, 1997 и 1998 гг.) над обладавшими традиционными ресурсами власти и правившими экономически благополучными и социально стабильными странами Дж. Бушем, Дж. Мейджором, Г. Колем.

Дифференциация деполитизированных профессиональных управленцев и носителей имиджа — публичных политиков суть очевидный симптом виртуализации главных институтов народовластия — выборов и собственно государства. Другой симптом виртуализации институтов массовой демократии — замещение апелляций к общественному мнению манипуляциями с рейтингами. Рейтинги, основанные на выборочном опросе, когда респонденты соглашались с вариантами мнений, сконструированными экспертами, представляют собой лишь модель, образ общественного мнения. Участвуя в опросе, респонденты оживляют эти симулякры, и тогда образы становятся реальными факторами принятия и осуществления политических решений. Поскольку си-

мулякры замещают реальные поступки политиков и волеизъявление граждан, постольку исполнение социальных ролей политиков — кандидатов и «государственных мужей», а также роли избирателя становится виртуальным.

Краеугольные камни демократии — разделение властей, парламентаризм, многопартийность, актуальные в пору борьбы за ограничение произвола монархов, остаются лишь символами / образами, если парламентское большинство формирует правительство (как в Великобритании), президент распускает парламент (как во Франции), националисты блокируются с коммунистами, а христианские демократы с социалистами и т. д. Утратившие реальность многопартийность и парламентаризм симулируются экспертами-консультантами и имиджмейкерами как удобная и привычная среда состязания политических образов. Партии, возникавшие как представители классовых, этнических, конфессиональных, региональных интересов, превратились в «марки» — эмблемы и рекламные слоганы, традиционно привлекающие электорат. Императив использования приверженности «марке» движет процессом симуляции партийной организации политической борьбы. Там, где «марка» — давняя традиция, атрибуты образа «старых добрых» либералов, социал-демократов или коммунистов старательно поддерживаются, даже если первоначальные идеология и практика принципиально изменились и продолжают трансформироваться. Там, где «марка» отсутствует, партии и движения формируются, объединяются и распадаются с калейдоскопической быстротой в стремлении найти привлекательный имидж. Создание привлекательного образа, как ничто другое, обеспечивает успех в борьбе за власть.

Мы живем в эпоху политики образов и образов политики. Симуляция базовых компонент политических практик Модерна — идеологии, организации, общественного мнения — ведет к виртуализации институтов массовой демократии — выборов, государства, партий. И эта виртуализация допускает и провоцирует превращение глобальной компьютерной сети Internet в средство/среду политической борьбы. Практически все политические акции и кампании теперь сопровождаются созданием специализированных серверов и web-страниц, посредством которых формируется имидж политика (акции, организации), ведется агитация, осуществляется коммуникация со сторонниками и др. Интенсивная политизация киберпространства наглядно демонстрирует, что новая политика строится на компенсации дефицита реальных ресурсов и поступков изобилием образов.

НАУКА: ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЯ

Социальные институты в сфере науки сформировались как комплекс норм, которые обеспечивают в представлении людей эпохи Модерн решения проблем открытия истины и повышения квалификации. В условиях Постмодерна следование этим базовым нормативным требованиям симулируется, вследствие чего институты становятся своего рода виртуальной реальностью.

Наука сейчас — это не предприятие по поиску истины, а род языковых игр¹, состязаний в манипулировании моделями научного дискурса. В этом

¹ Lyotard J.-F. The Postmodern Condition. Manchester, 1984.

плане симптоматичны две тенденции. Во-первых, материальный эксперимент все чаще замещается экспериментом на моделях. Если раньше теории могли строиться только на основе открытия некоего порядка, присущего вещам, то теперь вполне допустимо моделирование без выхода к каким-либо реальным референтам, например компьютерные симуляции природных, технологических и социальных процессов. Во-вторых, процесс верификации гипотез все чаще замещается процессом фальсификации. Если раньше достаточным аргументом против теории считались противоречащие ее положениям данные опыта, то теперь лишь изобретение альтернативной модели может служить аргументом.

Наука становится перманентным процессом построения альтернативных моделей. Вследствие этого возросла роль воображения, фантазии, парадоксальности мышления в той сфере, где ранее их предавали анафеме, где ранее референцией к реальности строго задавались пределы приращения знания.

Объект науки и ее процедуры виртуализируются. Виртуализируется и институциональный строй науки. Нарастающая профессионализация и институционализация науки в эпоху Модерн привели к кризису прежнего рода легитимации знания и замене апелляции к благу и развитию человечества апелляцией к финансовой эффективности. Наука, осуществляющая себя как инструмент овладения природой (в том числе природой человека), критерий истины полагает не в воспроизводимости результатов или в консенсусе коллег-экспертов, а в поддержке спонсоров — государства и различного рода фондов. Студентами движет стремление не к истинному, а к выгодному знанию. Происходит от-

деление научности от истинности, воспроизводства науки как предприятия от собственно поиска истины. Наука и приращение знания расходятся так же, как экономика и производство, политика и управление. С утратой легитимации посредством ценностей Свободы и Прогресса в условиях Постмодерна принцип самовоспроизводства науки превалирует.

Академический статус становится функцией от *образа* компетентности, заслуживающей финансирования. В деятельности ученых и студентов все больше сил и времени отводится созданию и презентации образа, необходимого для успеха в конкурсах на получение грантов, стипендий для обучения за границей, заказов на консалтинговые услуги и т. п. Отсюда — расцвет в последние десятилетия именно тех социальных технологий, которые адекватны симуляции компетентности: исследовательские фонды, гранты, консультирование, конференции, академические обмены, перманентное образование. И эту тенденцию не стоит рассматривать как проявление упадка научной/академической этики. Высокая «плотность» научного сообщества не оставляет места и времени для скрупулезной процедуры накопления и представления результатов. Этот дефицит места и времени приводит к тому, что единственно научной, рациональной формой дискуссии становится нелогичная, неструктурированная, но эффектная презентация *образа* идеи или теории.

Мы живем в эпоху науки образов и образов науки. Следование базовым нормам, направлявшим познавательные/исследовательские практики Модерна — факт, открытие, исследование, компетентность, — симулируется. С замещением вещественных объектов и реальных действий симулякрами

исполнение социальных ролей ученого, преподавателя, студента становится виртуальным. Как следствие, виртуализируются иерархия научных степеней и званий (академическое сообщество), научная дискуссия (конференции, конкурсы), научное разделение труда (исследовательская / учебная организация), то есть виртуализируются университет и исследовательская лаборатория как социальные институты.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: МЕТАФОРА СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Если экономический, политический, научный или иной успех больше зависит от образов, чем от реальных поступков и вещей, если образ более действителен, чем реальность, то можно сделать вывод, что социальные институты — рынок, корпорация, государство, политические партии, университет и т. д. перестают быть социальной реальностью и становятся реальностью виртуальной. Социальные институты как совокупности норм, регулирующих взаимодействие людей в той или иной сфере жизнедеятельности и превращающих это взаимодействие в систему социальных ролей, на протяжении XIX и большей части XX в. существовали автономно от индивидов, представляли собой «социальную реальность»: есть система норм, с которыми необходимо считаться, статус индивида однозначно привязан к той или иной социальной роли — предпринимателя, работника, партийного лидера, избирателя, преподавателя, студента. Теперь же, когда следование нормам и исполнение ролей может быть виртуальным, социальные институты, теряя свою власть над

индивидом, становятся *образом*, включаемым в игру образов.

Институты виртуализируются. Их нынешнее существование вполне адекватно описывается тремя характеристиками виртуальной реальности: нематериальность воздействия, условность параметров, эфемерность. Эффект следования институциональным нормам достигается за счет образов — симуляций реальных вещей и поступков; образы стилизуются в зависимости от того, как трактуется участниками взаимодействия институциональная принадлежность ситуации взаимодействия; выбор (и борьба за право выбора) институциональной принадлежности превращает каждый отдельный институт в периодически «включаемую» и «выключаемую» среду/контекст взаимодействия.

Институциональный строй общества симулируется, а не ликвидируется, так как он, сохраняя атрибутику реальности, служит своего рода виртуальной операционной средой, в которой удобно создавать и транслировать образы и которая открыта для входа/выхода. В этом смысле современное общество похоже на операционную систему Windows, которая сохраняет атрибутику реальности, симулируя на экране монитора нажатие кнопок калькулятора или размещение карточек каталога в ящике. Сохраняется образ тех вещей, от реального использования которых как раз и избавляет применение компьютерной технологии.

Виртуализируясь, общество не исчезает, но переопределяется. Компьютерные технологии и, прежде всего технологии виртуальной реальности, вызванные к жизни императивом рационализации общества, оказались наиболее эффективным инст-

рументарием его симуляции. И теперь императив симуляции ведет к превращению компьютерных технологий в инфраструктуру всякого человеческого действия и к превращению логики виртуальной реальности в парадигмальную для этого действия. Действует императив виртуализации, своего рода воля к виртуальности, которая трансформирует все сферы жизнедеятельности, как они сложились в процессе модернизации. Таким образом определяется роль микропроцессорных технологий: они представляют собой инфраструктуру развеществления / виртуализации общества.

Микропроцессорные технологии обеспечивают свободу входа / выхода как возможность для индивида уходить из-под сервиса—надзора социальных институтов. В этом смысле телефакс, избавляющий от сервиса—надзора такого социального института, как почта, обеспечивает «распочтовывание». Ксерокс и принтер — «растипографирование», видео — «раскинематографирование», персональный компьютер — «разофисирование»... Но главное средство развеществления — это Internet, интегрирующий все микропроцессорные технологии в глобальную сеть, и именно концепция виртуализации общества позволяет понять, почему Internet развивается так бурно. Сеть позволяет избавиться коммуникации от сервиса—надзора основных (и любых) социальных институтов и расширяет практику неинституционализированных взаимодействий.

Internet — это средство и среда существования без / вне общества, если общество трактовать в традиционном для социальной теории ключе как *систему институтов*. Общество как система, то есть как нормативная структура, не функционирует в

процессе коммуникаций, осуществляемых через Internet. Справедливости ради следует сказать, что с институциональной структурой Internet все же связан сложным образом. Можно отметить четыре момента:

1) Internet как техническое средство реализует коммуникативные функции социальных институтов. Именно Сеть обеспечивает функционирование государственных и научных учреждений США на протяжении примерно двух десятилетий после создания в самом начале 1970-х гг.

2) Глобальным и историческим социокультурным феноменом Internet стал только тогда, когда через Сеть хлынули потоки неинституционализированных, неподконтрольных обществу коммуникаций.

3) Неинституциональность коммуникаций, осуществляемых в Internet, служит причиной постоянных конфликтов, в основе которых уход пользователей — хакеров, киберпанков и просто обывателей — из-под сервиса — надзора социальных институтов.

4) В сети Internet традиционные социальные институты не могут функционировать в виде нормативных структур, но они существуют в Сети как образы, которые можно транслировать и которыми можно манипулировать. Институциональность в Internet симулируется: коммуникациям придается образ институционализированных действий в том случае, если этого требуют привычки и стандарты восприятия партнеров по коммуникации.

Коммуникации, осуществляемые через Internet, не ориентированы на институциональные и групповые нормы, направляющие деятельность людей в их не-сетевой жизни. Более того, Internet — среда развития виртуальных сообществ, альтернативных ре-

альному обществу. Активность индивидов, осуществляющих коммуникации через Internet, их силы и время переориентируются с взаимодействий с реальными друзьями, родственниками, коллегами, соседями на коммуникации своего виртуального эго со столь же виртуальными партнерами. Общение через Internet как раз и привлекательно обезличенностью, а еще более — возможностью конструировать и трансформировать виртуальную личность. С одной стороны, Internet дает свободу идентификации: виртуальное имя, виртуальное тело, виртуальный статус, виртуальная психика, виртуальные привычки, виртуальные достоинства и виртуальные пороки. С другой стороны, происходит «утрата» — отчуждение реального тела, статуса и т. д. Internet — средство трансформации и личности как индивидуальной характеристики, и личности как социокультурного и исторического феномена. Здесь следует заметить, что личность — новоевропейский социокультурный феномен. В современном смысле слова личность еще пятьсот лет назад не существовала как общественное явление, то есть была явлением весьма редким. Такие атрибуты личности, как стабильная самоидентификация, индивидуальный стиль исполнения социальных ролей («творческая индивидуальность»), активными пользователями Internet утрачиваются; сознательно или неосознанно ими формируется размытая или изменчивая идентичность. Виртуализируется не только общество, но и порожденная им личность.

Современное общество структурируется волей к виртуальности. Новые неравенства возникают как следствия конкуренции образов-стилизаций. Эти новые неравенства трансформируют привычную стратификационную структуру. Тот, кто успешно мани-

пулирует образами или просто вовлечен в этот процесс, всегда приобретает относительно высокий социальный статус и в собственных практиках следует императиву виртуализации общества. Тот, чьи практики ориентированы на представление о реальности общества, с большей вероятностью оказывается в нижних слоях стратификационной пирамиды.

Использование аналитических метафор, производных от понятия «виртуальное», в том числе в социологической теории, безусловно есть одно из проявлений воли к виртуальности, борьбы стилизаций. Но этот факт отнюдь не отменяет собственно теоретического значения концепции. Следует признать, что метафора виртуальности отлично «схватывает», то есть соединяет в одной модели новые социокультурные феномены: постмодернизм, компьютеризацию, развитие сети Internet.

ИДЕОЛОГИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИИ: ВИРТУАЛЬНЫЙ АНАРХИЗМ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ИМПЕРИИ

Как и другие концепции общественных изменений, концепция виртуализации безусловно содержит идеологические импликации и легко поддается политической трактовке. Среди теорий модернизации и глобализации существуют отчетливо «правые» и «левые» в политическом отношении концепции. Для «правого» взгляда на модернизацию и глобализацию характерно отождествление этих процессов с развитием свободы, равенства, братства. Основное содержание модернизации и глобализации видится в либерализации и демократизации. Для «левого» взгляда характерно определение модернизации и глоба-

лизации как процессов развития новых форм эксплуатации, неравенства, подавления свободы, колонизации (с указанием на характер и эпицентр колонизации: вестернизация, американизация и т. п.). Следует ожидать, что та же логика политической оценки общественных изменений и политического использования социологических теорий будет применена и к понятию виртуализации.

В начальной своей фазе виртуализация приводит к возникновению виртуальных оппонентов реальных инстанций власти. Уход циников — аутсайдеров институционально организованного общества из-под сервиса-надзора социальных институтов вызывает конфликты, являющиеся симптомами ослабления институционально поддерживаемого социального порядка. Так, например, неподконтрольность коммуникаций, осуществляемых в сети Internet, служит причиной постоянных инцидентов, будь то недовольство католических иерархов фактом основания неким французским епископом в одной из конференций Internet виртуальной епархии¹; будь то распространение через Internet неким завсегда-таем киберкафе в обход французской цензуры книги, выставяющей в неблагоприятном свете покойного президента Миттерана²; будь то скандалы в США вокруг проникновения компьютерных «взломщиков» (хакеров) в государственные секретные базы данных или в управляющие системы телефонных компаний³. С точки зрения поборников свободы коммуникаций в сети Internet, виртуализация

¹ The virtual bishop // The New Yorker. 1996. Mar. 18.

² Ibid.

³ Hackwork // The New Yorker. 1996. Jan. 29.

общества вполне может рассматриваться как осуществление на новой технологической основе идеалов свободы, равенства, братства.

Но новые свободы, возникающие по мере виртуализации социальных институтов, сопровождаются возникновением новых неравенств, вызываемых к жизни перераспределением благ между участниками и аутсайдерами создания и конкуренции образов — торговых марок, корпоративного стиля, политических имиджей, научных сенсаций и т. п. Как следствие, появляются новые формы концентрации власти. Поэтому не стоит рассматривать процессы виртуализации общества как некий светлый путь к эмансипации человека.

В перспективе усилий, предпринимаемых государственными чиновниками и руководителями крупных корпораций по развитию и использованию инфраструктуры виртуализации от имени общества, нас ожидает формирование виртуальных империй. Виртуализация общества вызывает к жизни новый тип империализма — виртуальный. Виртуальная империя — принципиально новая форма политической интеграции и мобилизации экономических ресурсов. Не занимая фиксированного географического пространства, виртуальная империя призвана колонизовать виртуальное пространство. Раздвижение ее границ — это вовлечение все большего числа образов и коммуникаций (массовых и межиндивидуальных) в консолидированный процесс создания и трансляции экономически, политически, культурно притягательных и влиятельных образов. В эпоху виртуализации общества империя — это империя образов, которые более значимы для внешнего могущества, чем большая тер-

ритория, большая промышленность или большая армия, и это образ империи, который более значим для внутренней консолидации, чем жесткий контроль за исполнением законов или распределением ресурсов.

Виртуальная империя — это отнюдь не утопия, она — требование наступающей эпохи консолидации виртуального капитализма, подобно тому как империи XVI—XVII и XIX—XX вв. были востребованы в периоды консолидации торгового и индустриального капитализма.

Но это не означает, что виртуализация — это путь исключительно к новому отчуждению и новой эксплуатации. Параллельно с возникновением новых форм неравенства и концентрации власти, всегда возникают и новые формы борьбы против них.

Невозможно предотвратить использование концепции виртуализации в идеологических конструкциях. Но можно предупреждать о несводимости социологической модели общественных изменений к их политической оценке.

РЕАЛЬНОСТЬ И ВИРТУАЛЬНОСТЬ В РОССИИ: КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ПОСЛЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

На основе анализа тенденций, характерных для наиболее развитых стран мира, можно сделать вывод, что ориентация практик не на вещи, а на образы ведет к симуляции институтов (виртуальное следование ролям). Институты сами становятся образами, превращаясь в своего рода виртуальную реальность. Тот же вывод можно сделать применительно

к России, хотя здесь в конце XX в. социальные процессы выглядят как прямая противоположность процессам, разворачивающимся в благополучных западных странах. Тем не менее и в России тенденции виртуализации вполне очевидны в сферах экономики, политики, науки, искусства, семьи.

Экономика России не составляет исключения из общей для индустриально развитых стран тенденции структурных изменений (табл. 6).

Таблица 6. Динамика структуры занятости в России, %

Отрасли	1975	1985	1995
Сельское и лесное хозяйство	15.6	14.3	15.1
Промышленность и строительство	42.6	41.7	35.2
Остальные (услуги, управление и др.)	41.8	44.0	49.7

Составлено по: Российский статистический ежегодник. М., 1997.

При взгляде сквозь призму виртуализации на события в России конца XX в. обнаруживаются две разнонаправленные тенденции. С одной стороны, «утяжеляется» производственно-технологическая структура экономики. При общей в 1990-х гг. тенденции падения промышленного производства во второй половине десятилетия наметились стабилизация и даже небольшой рост в черной и цветной металлургии, в нефтехимии.

Структура промышленного производства обнаруживает тенденцию «крена» в сторону добывающей промышленности (табл. 7).

С другой стороны, растет доля услуг в ВВП и доля занятых в третичном секторе экономики — сфере услуг. В 1994 г. впервые доля услуг в ВВП

Таблица 7. Структура промышленного производства

Промышленность	1990	1995	1996	1997
Добывающая	11,8%	15,9%	17,7%	17,9%
Обрабатывающая	88,2%	84,1%	82,3%	82,1%

Составлено по: Промышленность России: Статистический сборник. М., 1998.

превысила долю товаров, а в 1998 г. равнялась 52,7% против примерно 32% в 1989 г. Между 1990 и 1996 гг. доля занятых в промышленности сократилась с 42,3% до 34,2%, а доля занятых в сфере услуг возросла с 44,2% до 50,9%¹. Следует принять во внимание, что эта официальная статистика не учитывает производство и занятость в неформальном (незарегистрированном и необложенном налогами) секторе экономики, где структура еще более смещена в сторону услуг.

В финансовой сфере российской экономики тенденция виртуализации очевидна и однозначна. Удельный вес M_0 , то есть по существу наличных (вещественных) денег, в денежном агрегате M_2 неуклонно снижается (табл. 8).

Таблица 8. Структура денежной массы

	1994	1995	1996	1997
Доля M_0 в M_2 , %	40.0	37.3	36.6*	35.2

* С использованием новой методологии

Составлено по: Российский статистический ежегодник. М., 1997.

¹ Россия в цифрах. Краткий статистический сборник. М., 1999. С. 60.

Этот тренд коррелирует с процессами симуляции кредитно-финансовой деятельности в рамках бесчисленных, постоянно создаваемых, реорганизуемых и ликвидируемых банков. Сколачиванию капитала за счет спекулятивных операций придается образ институциональности.

Существенной особенностью экономической ситуации в России остается резкий контраст между столицами и провинцией. Более развитые транспортная, коммуникационная и социальная инфраструктуры стали основой расширения третичного сектора экономики в столицах. Здесь банки, торговля, операции с недвижимостью, индустрия развлечений, рекламный и туристический бизнес становятся новой сферой занятости, компенсирующей, хотя бы отчасти, коллапс промышленного производства. Здесь можно обнаружить элементы виртуальной экономики. Подобная реструктуризация сильно затруднена во многих индустриальных, зачастую моноотраслевых регионах России. Здесь остановка «железоделательных» производств приводит к практически тотальной экономической стагнации.

Таким образом, структура российской экономики приобретает специфический вид: между сохраняющим свою долю первичным и растущим третичным секторами образуется «брешь». Наиболее популярные в этой ситуации рецепты экономического развития связаны с идеей восстановления и расширения промышленного производства как «реального» сектора экономики. Однако в сложившейся ситуации и в свете процесса виртуализации экономики реальные перспективы не догоняющего, а опережающего экономического развития в России

видятся несколько иначе. Перспективы эти связаны с решением двух принципиальных задач.

1. Доиндустриализация — доведение до современного уровня производственной, транспортной, коммуникационной инфраструктуры первичного и вторичного секторов экономики за их же счет и без того, чтобы бездумно стимулировать рост их доли в общей структуре. Здесь важную роль играет отход от экономической политики, замешанной на идеологии, оперирующей жупелом превращения России в «сырьевой придаток Запада». Следует скорее исходить из принципа «Запад — промышленный и информационный придаток России». Экспорт энергоносителей, цветных металлов, образа «стремления к реформам» и импорт hardware & software — реальный в нынешних условиях путь экономической интеграции с Западом. С Юго-Востоком и Юго-Западом интегрироваться можно на принципах экспорта вооружения, ядерных и ракетно-космических технологий, сопутствующих услуг и импорта продовольствия и потребительских товаров. Но интегрироваться сейчас приходится не в мировую экономику первоначального «дикого» или, если угодно, «героического» капитализма, а в мировую экономику спекулятивного, виртуального капитализма.

Успешная интеграция возможна на принципах новой парадигмы: богатство народов находится или создается на рынке, а не в недрах или цехах самих по себе. Это значит, что следует активно работать в недрах, безбоязненно импортировать необходимые комплектующие и инфраструктурные элементы, решительно тратить деньги на культивирование рынка — изучение склонностей потенциальных потребителей, создание марки и каналов продвижения. Это значит, что следует мыслить не в терминах

тонн, штук, кубометров, а в терминах изощренного и определенного позиционирования продукта на рынке. «От кутюр» могут быть не только галстуки или кофе, но и ракеты, танки, древесина, природный газ или медный концентрат.

Если же принять за главное направление рост «железоделательной» промышленности, то можно легко стать колонией — промышленным придатком быстро растущей системы виртуального капитализма, подобно тому как ранее интегрировались в систему индустриального капитализма придатки сырьевые.

2. Виртуализация — поворот от решения технологических проблем к использованию технологий для решения собственно экономических проблем, т. е. в современных условиях — переход к использованию модернизированной индустриальной и информационной инфраструктуры в развитии интеллектуальноемких, а главное эмоциональноемких сфер деятельности: науки, образования, здравоохранения, спорта, культуры, являющихся базовыми отраслями в виртуальной экономике. Здесь важную роль будет играть формирование менеджмента на принципах «экономики загадочной русской души». Должно, наконец, осознание слабой «стыкуемости» технологий индустриального капитализма с российским менталитетом¹ найти продолжение в выработ-

¹ Под российским менталитетом здесь понимается не некий присущий каждому гражданину России набор ментальных черт, а статистически значимая специфичность (то есть более высокая, чем в иных странах, вероятность обнаружения) интеллектуальных привычек — устойчивых и неотрефлексированных мыслительных схем, которым человек следует в восприятии событий и в отношении к ним.

ке форм организации и мотивации, интегрирующих национальный менталитет в современную *экономику образов*.

Специфика российского менталитета находит выражение в экономической области в следующих особенностях «иррационального» поведения:

1) наши люди не способны на повседневное, кропотливое, дисциплинированное ведение дела, когда смысл, цель этого дела не просматривается, зато они способны на взрывной выброс душевных и физических сил во имя завершения дела, чтобы освободиться от его рутины и приобщиться к чему-либо прекрасному, вечному, доброму;

2) наши люди не могут жить работой, целиком посвящая ей себя, зато они могут жить на работе, отдаваясь целиком общению в родном коллективе;

3) наши люди лишены способности рассматривать инструментальные ценности как самодостаточные и просто следовать велению инструкций, зато они способны рассматривать любые ценности как инструментальные и сомневаться в непререкаемости инструкций, задаваясь вопросом «А в чем же здесь смысл?»

Следовательно, «вахтовый метод», авралы (сверхусилия для завершения уникального продукта), мотивация работника в условиях дефицита фонда зарплаты общением и свободным временем, — все это не «патологические» отклонения, а органичные формы. Нужно все эти советские и постсоветские «вне-» или даже «антиэкономические» формы интегрировать, придав им экономический *образ* «нового менеджмента», сконцентрированного не на стабильной рутине технологии, а на конъюнктурной реализации уникального проекта. В такой перспек-

тиве российский менталитет особенно хорошо «стыкуется» с «выстраданными» на Западе виртуальной корпорацией, офисным дизайном, виртуальным рабочим днем, виртуальной платежеспособностью и т. д. Они есть уже и у нас, но без развитой инфраструктуры и культивирования «нового менеджмента» принимают трагикомическую форму смены «биржевой» волны волной «банковской», объявлений «Продам фирму “под ключ”», сражений в Doom в офисе, финансовых пирамид и т. п.

Таким образом, деструктивные в контексте *экономики вещей* тенденции становятся конструктивными в контексте *экономики образов*. «Реальная» экономика оставляет России перспективу быть вечно догоняющей, виртуальная экономика дает шанс на лидерство. Использовать этот шанс можно, превратив экономическую политику в процесс придания *образа* экономической рациональности структуре производства, формирующейся уже сейчас и отражающей на макроуровне, пусть и в негативной форме, специфику национального менталитета. Эта экономическая рациональность задает особую конфигурацию воспроизводственных контуров:

— опорный «первичный» сектор (ТЭК и освоение уникальных месторождений — Удоканского, Ковыктинского, Озерного и т. п.);

— компактный «вторичный» сектор (ВПК и создание уникальных авиационных, морских, космических комплексов, минимизация рутинных конвейерных производств — автомобилестроения, бытовой электротехники и т. п.);

— растущие «третичный» и «четвертичный» сектора (ФКК — финансово-коммерческий комплекс и интегрированные с ним наука и образование:

подготовка и маркетинг уникальных специалистов — врачей, педагогов, ученых, социальных работников, художников-реставраторов, артистов, спортсменов, дизайнеров, стилистов, имиджмейкеров, программистов и т. п.).

В российской политике приоритет образа над реальностью отчетливо проявился в ходе президентских выборов 1996 и 2000 гг. В первом случае сформированный на базе полумиллионной организованной и дисциплинированной партии избирательный блок проиграл команде из нескольких десятков шоуменов, несмотря на глубокий экономический кризис и социальную напряженность в стране, которые сами по себе дискредитировали правительство Б. Ельцина. Г. Зюганов и его сподвижники безуспешно пытались свести предвыборную гонку к конкуренции программ управления страной, игнорируя конкуренцию имиджей. В итоге образ «безалаберного, но искренне ратующего за свободу русского мужика», а не реальный президент Ельцин, переиграл образ «угрюмого и агрессивно ратующего за прошлое партийного функционера», а не реального политика Зюганова. В ходе кампании 2000 г. борьба имиджей была еще более интенсивной, и логика виртуальной реальности явно превалировала над самой реальностью. Последняя стала лишь материалом для создания имиджмейкерами выигрышного при сложившейся конъюнктуре образа государственника — «сурового, но справедливо-го борца за единство страны и диктатуру закона».

В 1990-х гг. нетрудно было убедиться в том, что в России многопартийность симулируется экспертами-консультантами как удобная и привычная среда состязания политических имиджей. Лишь одна партия (КПРФ) организационно стабильна, и стабильна она

потому, что коммунистическая символика и набор слоганов играют роль «марки», традиционно привлекающей электорат, хотя от изначальной идеологии в практике КПРФ не осталось и следа. Остальные партии и движения формируются, объединяются и распадаются с калейдоскопической быстротой в стремлении найти привлекательный имидж.

В отечественной науке конца XX в. ничуть не меньше, чем в западной, академический статус становится функцией от *образа* компетентности. Деятельность ученых и студентов во все большей степени ориентируется на создание и презентацию образа, необходимого для успеха в конкурсах на получение грантов, стипендий для обучения за границей, заказов на консалтинговые услуги от политиков и бизнесменов. Как следствие, в последние годы российское научное сообщество активно вовлекается в развитие соответствующих социальных технологий: исследовательских фондов, грантов, академических обменов, консультирования.

Отмеченных симптомов вполне достаточно, чтобы утверждать, что общество в России изменяется в том же направлении, что и общество в странах Запада. Видимо, таким же образом изменяются и способы интеграции общества, разрешения возникающих в нем конфликтов. Дальнейшее, выходящее за пределы уровня эпохи Модерн развитие традиционных институциональных средств социального контроля — государственного, партийного, корпоративного аппаратов, станет не только не эффективным, но и отрицательным для консолидации и тем более развития общества фактором. Развитие и консолидация общества будут зависеть теперь от создания привлекательных образов — экономических, поли-

тических, этических и т. д., а также от развития нового типа инфраструктуры социальных взаимодействий — коммуникационных сетей.

В такой перспективе компьютеризация, развитие сети Internet предстают не просто как техническая или экономическая, а как первоочередная социально-политическая задача для российского общества. Можно конечно бросить все силы на «подъем промышленного производства», «укрепление вертикали власти» и т. п., но в России, так же как и в других индустриально развитых странах, процессы виртуализации станут доминирующими. Превращение системы социальных институтов в своего рода виртуальную реальность — это вызов существованию реальных империй. Анахронизмом становятся стремление к реальному контролю над территорией, то есть раздвижению и поддержанию границ, к экстенсивному развитию реального, то есть ресурсозатратного производства, к политическому реализму, то есть стремлению сделать опорой внешнеполитического положения обладание материальными ресурсами и военной мощью. В нынешней ситуации Россия рискует оказаться отсталым, раздираемым конфликтами медвежьим углом цивилизации.

Но есть и иная перспектива: виртуализация общества вызывает к жизни новый тип империализма — виртуальный. Виртуальная империя — принципиально новая форма политической интеграции и мобилизации экономических ресурсов. Виртуальная империя — это шанс для России адаптироваться к условиям времени, соединив волю к виртуальности и свою вековую волю к империи. Предпосылки для подобного развития есть, но виртуализация в России заметно опережает компьютеризацию.

Низкий уровень развития технической инфраструктуры новой социальной организации (табл. 9) чем дальше, тем больше препятствует позитивному использованию тенденций виртуализации.

Таблица 9. Показатели компьютеризации

Страна	Количество компьютеров на 1000 чел. (1995)	Доля пользователей сети Internet в населении, % (1999)
США	350	41
Великобритания	200	40
Германия	180	28
Япония	160	16
Россия	20	2

Составлено по: The Economist. 2000. April 29 — May 5; Мир Internet. 1999. № 1.

Приведенные данные отнюдь не являются основанием для тезиса о необходимости ускоренной компьютеризации. Не следует поддаваться, как это уже было однажды, обаянию технико-экономического видения общественных проблем. Социологическое видение позволяет отчетливо понимать, что точно так же, как не индустриализация модернизирует, но модернизация индустриализирует общество, *не компьютеризация виртуализирует, но виртуализация компьютеризирует общество.*

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО: ВОЗМОЖНОСТЬ И РЕАЛЬНОСТЬ

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Информационное общество — словосочетание, требующее расшифровки. Оно входит в употребление не только у специалистов — его широко используют в прессе, с ним связывают будущее состояние общества. Но кроме фраз, в которых говорится о возрастающей роли информационных технологий в развитии общества, дело пока особенно не продвинулось. Каждый, кто употребляет термин «информационное общество», понимает его по-своему.

А информационное общество действительно «стоит на пороге» нашей истории, и от того, как люди смогут его принять и интерпретировать, зависит характер цивилизации наступающего века. Много в нем нам еще предстоит понять, но об одном, вероятно, уже можно говорить с полной определенностью: информационное общество не сможет утвердиться на планете само по себе, без целенаправленного действия людей. Для того чтобы потенциальные возможности информатизации послужили благополучию планетарного сообщества, предстоит многое изменить в его устройстве и в стереотипах нашего сознания.

Прежде чем начать разрабатывать определенную стратегию его утверждения, следует расшифровать само понятие «информационное общество» и связать представление о нем с теми тенденциями общественной эволюции, участниками и свидетелями которых мы являемся. Поскольку разные люди вкладывают в это понятие различный, порой полярный смысл, нам приходится начинать с дискуссии и с сопоставления некоторых точек зрения. Только так и может возникнуть общее понимание проблемы. Предлагаемая статья дает одну из возможных точек зрения, связанную с анализом современного этапа социотехнологической эволюции общества.

2. НЕОБХОДИМЫ ШИРОКИЕ ДИСКУССИИ

Достаточно распространено мнение, что человечество уже вступило в ту стадию своего развития, которую можно называть информационным обществом, что оно неизбежно придет или уже приходит на смену обществу постиндустриальному. Об этом свидетельствует невиданное развитие компьютерной техники, космической связи, информационных технологий и т. д. Однако существуют и качественно иные мнения, которые относят информационное общество к понятиям далекого будущего и полагают вообще преждевременным обсуждение его особенностей, поскольку все то, что мы наблюдаем в развитии информационной сферы, есть лишь простое совершенствование постиндустриального общества.

Я не разделяю эти мнения. Я думаю, что обсуждать проблемы информационного общества давно необходимо, поскольку их понимание может суще-

ственным образом повлиять на формирование общественных отношений и судьбу цивилизации. И обсуждать их следует не только в кругу профессионалов: эти проблемы — общие. Человечеству еще придется затратить немалые усилия, прежде чем мы будем иметь право говорить об информационном обществе как о современной реальности.

Под воздействием научно-технического прогресса стремительно растут производительные силы общества, изменяется экологическая обстановка, происходит интеграция экономики. Технические свершения влияют на перестройку всей геополитической и социальной природы планетарного общества. В этих условиях жизненно важно представить себе альтернативы будущего развития и нашу способность влиять на ход событий. С таких позиций обсуждение проблем информатизации жизнедеятельности людей, ее связей с общественной эволюцией представляется одной из самых насущных проблем современности.

Мне кажется, что вступление в информационное общество следует связывать с утверждением Коллективного Общепланетарного Разума, с качественно новым этапом развития цивилизации, а не только с электронной и компьютерной инженерией, которая есть лишь одна из предпосылок, хотя и сверхнеобходимая, для перехода от постиндустриального к компьютерному обществу. Проблема становления информационного общества настолько глубока, что необходимость ее решения накладывает на человека бремя новых обязанностей. На этом пути нас ожидают разнообразные трудности, но существует и достаточно аргументов в пользу того, что их удастся преодолеть.

Для того чтобы пояснить свою позицию, я должен рассказать о том, каким мне видится современный этап НТП, каково его влияние на общую экономико-политическую и геополитическую ситуацию на планете и что я понимаю под Коллективным Интеллектом.

3. О НЕКОТОРЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ МИРОВОГО РАЗВИТИЯ

Сегодня много говорят об информатизации общества и искусственном интеллекте как совокупности программных средств, обеспечивающих успехи в использовании компьютерной техники. Возникла целая отрасль производственной деятельности, связанная с информатизацией. Ее возникновение привело к появлению ряда новых направлений научных изысканий и, я не побоялся бы сказать, новой культуры, меняющей постепенно весь облик не только производственной, но и духовной жизни человека. Этот процесс идет с нарастающей скоростью, причем стихийно, как всякий эволюционный процесс.

Информационные технологии становятся неотъемлемой составляющей всей производственной жизни, подобно тому как ею стала паровая машина в XVIII в., качественно преобразившая течение истории. За одно столетие полностью сменилась вся система жизненных стандартов. Сегодня происходит нечто подобное, только совершенно иными стали скорости изменения условий нашей жизни. Рассмотрим некоторые аспекты происходящего.

Особенную роль в производственной деятельности начинают играть разнообразные прецизионные

технологии, в форме которых искусственный интеллект и информационные технологии (и потенциальные возможности компьютеров) воплощаются в производство. Результаты хорошо видны: если необходима точность сопряжения деталей, то это — сверхточность, недоступная человеку, не вооруженному компьютером и современной, электронной измерительной аппаратурой. Если нужна чистота материалов, то это — сверхчистота. Но я бы еще добавил, что и катастрофы, если они случаются по вине человека, приобретают тоже характер сверхкатастроф, преодоление и предотвращение которых представляет специальную и важнейшую проблему нашей жизни. Ее решение также невозможно без использования информационных технологий. Не случайно современное общество, которое начало утверждаться в передовых странах, стали называть постиндустриальным. В этих странах постепенно исчезают основные атрибуты индустриального общества, такие, например, как рост производства энергоносителей, эйфория от наращивания объема производства и т. д. Более того, из-за эффективного энергосбережения, из-за крайней неэнергоемкости «высших технологий» производство энергоресурсов даже уменьшается.

Все происходящее в рамках технического и технологического процесса непосредственно влияет на судьбы общества, меняет его приоритеты и социальную природу. Возникает необходимость в подготовке образованного специалиста, и такая категория «рабочих» становится массовой. Но если людей, от которых зависит успех производственной деятельности, приходится долго и дорого обучать, если от их усилий зависят судьбы общества, то они начи-

нают представлять для него особую ценность. А если они к тому же составляют значительную часть трудоспособного населения, то возникает некоторая положительная обратная связь, ускоряющая все общественные процессы.

Именно эти причины порождают целый ряд следствий, существенно меняющих ориентацию и структуру общества, следствий, которые мы непосредственно наблюдаем. Это, прежде всего, изменение социальной ориентации. Сам факт, что в развитых странах более трети национального продукта оказывается в сфере централизованного государственного распределения, в значительной степени определяется теми обстоятельствами, о которых я только что говорил. Возникает представление не просто о либеральной экономике, но о социально ориентированной либеральной экономике. И такая ориентация не вытекает из политических или социальных доктрин — это проявление насущной необходимости развивающейся технической цивилизации. Предпринимателю элементарно выгодно обучать, лечить и оплачивать старость «рабочего класса». Как тут не вспомнить Э. Бернштейна, который еще сто лет назад говорил, что в процессе развития капитализма в его недрах будут вызревать ростки новых социальных отношений. Именно за это он и был причислен ортодоксальными марксистами к числу «оппортунистов и ренегатов».

Описанные процессы меняют и геополитическую обстановку во всем мире. В планетарной пирамиде государств наверх выходят не те страны, которые производят наибольшее количество вооружений и извлекают из земли наибольшее количество энергетических ресурсов, и даже не те, которые выпускают

сегодня больше всех вычислительной и прочей электронной техники. Мировой уровень научных и технических знаний таков, что практически любые ноу-хау в течение нескольких лет становятся достоянием всей планетарной общественности.

Передовые позиции начинают занимать те государства, которые способны выдвигать и реализовывать новые научные и технические идеи, создавать качественно новый и совершенный промышленный продукт, обеспечивать для него рынок, прежде всего внутренний рынок. А для этого государства должны иметь весьма квалифицированный (образованный) и дисциплинированный персонал: большое число ученых, инженеров и особенно дисциплинированный, образованный «рабочий класс». Я остерегаюсь употреблять слово «рабочий», поскольку многие из тех, кто на самом деле являются рабочими, т. е. непосредственно создают товар, имеют, по современным стандартам, высшее техническое образование и достаточно состоятельны для того, чтобы возник обширный внутренний рынок. Так что благосостояние слоев, производящих продукт, — тоже одна из «необходимостей» постиндустриального общества, резко ускоряющая оборот капитала.

Вместе с образованием приходит и понимание того, чем является технологическая дисциплина (как раз ее я и имею в виду), ибо все прецизионные производства держатся в конечном счете на четком соблюдении именно технологической дисциплины: сами по себе они особого секрета не представляют. Технологическая дисциплина непосредственно сопрягается с представлением о мастере, способном реализовать технический замысел. Воспитание мастера (массового мастерства) в постиндустриальном

обществе превращается в важнейшую национальную задачу.

И не случайно Тайвань оказался сегодня в числе стран, вышедших на передовые рубежи постиндустриальной цивилизации. В течение ряда десятилетий более 30% выпускников средних школ становились студентами университетских колледжей. Так что дело не только в традициях добросовестного отношения к любой поручаемой работе, которые свойственны этому народу (и других стран Тихоокеанского региона). Значение традиций нельзя преуменьшать, но нельзя забывать и о том, что за несколько десятилетий любой народ можно заставить стереть из памяти свои традиции и приучить к халтуре! Без умной правительственной политики, без министров, понимающих современные тенденции развития и техники, и геополитической обстановки, тоже обойтись не удастся. И в том, что правительство го-миньдана правильно поняло тенденции мирового развития, нашло силы в очень тяжелых экономических и политических условиях 1940—1950-х годов сделать главной национальной задачей образование (подчеркну — не экономику, а образование!), есть его великая заслуга перед нацией.

Сказанное полностью касается и нашей страны. Развитие прецизионных технологий, основанных на информатизации и культуре труда, — наш единственный шанс не сорваться в трущобы третьего мира. Повторю еще раз. Единственный наш шанс: опереться на главный природный ресурс — интеллект и образованность народа и заставить правительство всеми силами поддерживать такую ориентацию. Нет проблемы более важной, чем образование и воспитание народа, формирование мастера, даже в условиях кризиса экономики.

Таково требование постиндустриального общества, без его реализации все разговоры об информационном обществе безрезультатны.

4. НАПРАВЛЯЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРАЖДАНСКОГО ОБЩЕСТВА

Широкое использование вычислительной техники и развитие высших технологий, перестройка социальных структур и трансформация геополитической обстановки — зримые черты близких качественных перемен в характере жизни человечества, всей структуры его цивилизации. Однако общество, обладающее описанными свойствами, — еще не информационное общество, еще очень далеко от него. Пока что происходит лишь накопление технических, технологических и социальных возможностей для его утверждения. Термин «постиндустриальное общество» как нельзя лучше отражает реалии сегодняшнего дня.

Я думаю, что возникновение такой организации общества, когда его можно будет назвать информационным, должно быть связано с той ролью, которую станет играть в его судьбах Коллективный Интеллект (или Коллективный Разум), причем общепланетарный. Время, когда этот Разум станет играть такую же роль в функционировании планетарного общественного организма, какую играет интеллект человека в жизнедеятельности его собственного организма, еще очень далеко. В учениях Тейяра де Шардена и Вернадского, особенно последнего, мысль о преобладающей роли общепланетарного разума уже присутствует, хотя и в неявном виде. Согласно Вернадскому, человечество стало уже в начале XX в. основ-

ной геологообразующей силой планеты и вынуждено принять на себя ответственность за дальнейшую эволюцию и биосферы, и человека. Это не утопия, а необходимое условие выживания человека на Земле.

Но это означает утверждение новой формы существования человека на Земле. Однако такая перестройка не может произойти за обозримое время сама собой. Для нее необходим общий консенсус. Значит, она произойдет лишь тогда, когда проявят себя Коллективный Интеллект и Коллективная Воля.

Итак, подобная перестройка не может состояться без целенаправленного вмешательства общества. Более того. Она может и вообще не состояться. Тогда человечество лишится каких-либо шансов на будущее. Вот почему я полагаю, что утверждение информационного общества есть условие, необходимое для обеспечения более или менее приемлемых перспектив дальнейшего развития самого биологического вида *homo sapiens*. Это необходимый этап эволюции общественной системы на пути к эпохе ноосферы, когда будут обеспечены условия коэволюции человека и природы.

Человеческая история, как и всякий уникальный процесс, о раскрытии которого мы можем судить лишь по его ретранскрипции, плохо предсказуема, так же как и возможность целенаправленного влияния на его течение. В то же время человечество вовсе не беспомощно. Люди в состоянии высказать определенные суждения о возможных путях развития и следовать им. И не впадая в утопии, мы способны очертить границы своих возможностей и влиять в определенной степени на те процессы общественной самоорганизации, участниками которых

мы являемся. Но, прежде чем об этом говорить, я должен объяснить смысл, который я вкладываю в понятие «Коллективный Интеллект».

5. О ПОНЯТИИ «КОЛЛЕКТИВНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

Искусственный интеллект и Коллективный Интеллект — понятия совершенно разные, оказывающие несопоставимые влияния на судьбы общества.

Искусственный интеллект — это система, изобретаемая и создаваемая человеком. В отличие от него Коллективный Интеллект — природное явление, результат сложнейшего эволюционного процесса, который до поры до времени проходил стихийно, без целенаправленного вмешательства личности и общества.

По мере совершенствования высшей нервной деятельности и развития мозга, по мере усложнения деятельности антропоидов, в их жизни все большую и большую роль начинает играть система обмена информацией между отдельными индивидами. В процессе антропогенеза шло непрерывное накопление знаний, рост мастерства, возникала коллективная память. Постепенно начиналось и коллективное изучение окружающей обстановки, появились коллективные решения. Другими словами, возникала система, которую естественно называть Коллективным Разумом. Ее возможности познания и рационального выбора коллективных действий во много раз превосходили возможности индивидуального разума и даже совокупности индивидуальных разумов. Именно благодаря взаимодействию локальных интеллектов, обмену информацией между

ними возник феномен Коллективного Интеллекта и коллективной памяти. Именно благодаря возможностям получения, накопления и передачи знаний стало возможным превращение стада «умных» животных в человеческое общество. Наш предок превратился в человека благодаря не только труду, но и совершенствованию Коллективного Разума.

Развитие мозга отдельного человека и Коллективного Разума семьи, племени, народа происходило параллельно, поскольку обмен информацией возник, вероятнее всего, одновременно с появлением первых нервных волокон. Усложнение высшей нервной деятельности — это, главным образом, совершенствование средств передачи информации, прежде всего языка, кодирующего информацию, точнее, языков. 30—40 тысяч лет тому назад (а может быть, и больше), когда появился наш общий предок — кроманьонец, биологическое совершенствование человека практически прекратилось. Однако развитие Коллективного Интеллекта не только все время продолжается, но непрерывно возрастает скорость данного процесса, о чем свидетельствует НТП.

Особую роль в этом процессе играет обмен идей и, конечно, его скорость. Я думаю, что такой обмен и есть главная составляющая механизма положительной обратной связи, который я называю Коллективным Интеллектом.

Информационная история общества еще не написана, но мы и без нее видим, как скорость развития наших знаний, нарастание технического прогресса связаны не только с количеством людей, задействованных в творческом процессе, но и с интенсивностью информационных обменов между ними,

с технологией обмена информацией. Изоляция индивидуальных разумов или даже небольших групп людей (и целых народов), их исключение из общей системы обмена информацией имеют неизбежным следствием деградацию народа, потерю знаний, навыков, памяти.

Таким образом, Коллективным Интеллектом я называю систему, соединяющую людей информационными связями, систему, благодаря которой отдельным лицам становятся доступны и общие знания, и возможность конкретным «индивидуальным разумам» вносить вклад в общее представление об окружающем мире. В результате функционирования коллективной информационной системы неизбежно возникают общие оценки происходящего, что, в свою очередь, фокусирует усилия людей, объединяет их действия, оказывает определенное влияние на формирование общечеловеческого менталитета. В конечном счете Коллективный Интеллект — это система, позволяющая формулировать коллективные решения.

Коллективный Разум и память — единственная форма коллективной собственности, при использовании которой всеми членами общества происходит только ее накопление. Очень хорошо сказал по этому поводу Б. Шоу, что если я возьму у тебя яблоко, то у нас и останется яблоко, если же я возьму у тебя идею, то у нас будет уже две идеи. Общество, человечество объективно заинтересованы в том, чтобы как можно больше таких «собственников» эксплуатировали подобное коллективное достояние. И не дай Бог, чтобы эта коллективная собственность — мудрость и знания — была приватизирована некой кастой «жрецов», как было в древнем Египте.

Б. БИФУРКАЦИОННАЯ ГИПОТЕЗА

Возникновение феномена человеческого мозга и само мышление — явления, еще очень мало понятые людьми. Поистине, ведь наш мозг состоит из тех же нейронов, что и мозг остальных животных, но только человек способен мыслить, только у него родилось то, что принято называть сознанием. Однажды, на каком-то этапе антропогенеза, наш предок самостоятельно выделился из окружающей среды. Появилось разделение «Я» от «не Я», «Мы» от всех остальных. Как это произошло? Как это случилось?

Не противоречивым мне представляется предположение, что на каком-то этапе усложнения нейронной системы, именуемой мозгом, произошла ее качественная перестройка. Произошла бифуркация, в результате которой система обрела качественно иные свойства. Нечто подобное происходит с веществом при его фазовых переходах. Только таким критическим параметром были не внешние факторы вроде температуры или давления, а сложность связей и количество нейронов.

Примечание. Другими словами, я предполагаю, что на определенном этапе процесса усложнения системы мозг приобрел качественно новые свойства. Это, конечно, гипотеза, но она имеет разнообразные аналоги. Вот небольшая цитата из книги Дж. фон Неймана «Теория самовоспроизводящихся автоматов» (М., 1971. С. 70): «...Существует ряд операций, которые никогда не сможет выполнить упрощенный автомат, каковы бы ни

были инструкции. В то же время существует определенная конечная точка (характеризующая сложность), и автомат этой сложности... может сделать все, что может быть вообще сделано автоматами». А простейшая модель мозга — это конечный автомат.

Правдоподобность предлагаемой мной гипотезы о характере развития мозга заставляет подумать о некоторых возможных аналогиях, когда речь заходит о Коллективном Разуме.

Действительно — что такое Коллективный Разум? Это своеобразная информационная система, способная не только к накоплению и передаче информации, но к анализу и выводам. Она соединяет в единую специальным образом организованную систему множество индивидуальных разумов. Коллективный Разум чем-то напоминает мозг, только в нем роль нейронов играют люди. Коллективный Разум — объединение локальных интеллектов. И эта система, очевидно, обладает некоторыми свойствами, которые не выводимы из свойств индивидуальных разумов, подобно тому как свойства разума человека не являются однозначным следствием тех нейронов, из которых состоит его мозг. По мере усложнения системы связей между отдельными мыслящими индивидами, по мере увеличения их числа меняются свойства Коллективного Разума и растут его возможности.

Расширение потенциальных способностей этой системы есть все ускоряющийся процесс и вполне допустима мысль, что мы уже находимся у порога той степени сложности Коллективного Разума, когда он может обрести качественно иные свойства.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО КАК АЛЬТЕРНАТИВА

Современное общество оказалось накануне больших трудностей, преодоление которых потребует его новой организации, нового технологического фундамента, утверждения новой системы ценностей. Эти трудности, которые получили название глобального экологического кризиса, порождены стремительным ростом могущества цивилизации, беспрецедентным в истории темпом роста народонаселения и его следствиями — реальным перенаселением планеты и исчерпанием традиционных ресурсов. В этих условиях человечеству необходима иная, отличная от современной, стратегия развития. Я бы сказал — иная парадигма, иные принципы развития и существования на Земле человека как биологического вида. Становится понятным, что традиционная цивилизация, которую принято называть постиндустриальной, в значительной степени исчерпала свои потенциальные возможности. Она дала человеку невиданное могущество, не научив его тому, как следует им пользоваться. Несоответствие потребностей возможностям их удовлетворить — одно из основных противоречий современности.

Человечество стоит перед необходимостью открыть для себя новые перспективы развития. Никакие локальные решения не смогут изменить направление бега — к пропасти. Решения должны быть общими для всей планеты. В этих условиях только общепланетарный Коллективный Интеллект может оказаться той базой, тем инструментом, который преобразует множество индивидуальных суждений,

открытий, изобретений в некоторую целостную программу действий.

Коллективный Интеллект может одновременно стать и тем коллективным «Учителем», на долю которого выпадет обязанность перестроить сознание человека и найти новую технологическую основу планетарной цивилизации, подобно тому как в неолите люди открыли для себя земледелие, скотоводство и... частную собственность. Коллективный Разум и будет коллективным регулятором, предупреждающим об опасной близости кризисов и вырабатывающим альтернативные пути развития. Выполнение этих функций Коллективным Разумом и будет означать вступление человечества в информационное общество. Таким образом, информационное общество — это общепланетарная система, способная к такому саморазвитию, которое постепенно позволит найти новые опоры для дальнейшего существования рода человеческого.

Но для того чтобы стать альтернативой современному планетарному обществу, информационное общество должно не только опереться на все достижения компьютерной техники и средств связи, но и во многом изменить структуру своих общественных институтов.

8. НОВАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ?

Широко распространена цивилизационная дихотомия: цивилизации принято делить на техногенные и традиционные. Первые характерны своим стремлением к максимально эффективному использованию ресурсов, к поиску новых технических решений,

организационных инноваций. Вторые — к воспроизведению самих себя. Первым свойственно стремление к независимости личности и индивидуализму. У вторых преобладает приоритет коллектива и общинное начало. Примером техногенных цивилизаций является евроамериканская, традиционных — практически все цивилизации Востока. Такое деление цивилизаций, конечно, очень условно: в рамках каждого цивилизационного класса существует своя весьма широкая палитра особенностей. Тем не менее такая дихотомия имеет смысл, и она просматривается с античных времен. Многие из цивилизационных особенностей весьма консервативны, и народы сохраняют их на протяжении тысячелетий.

Но сейчас становится очевидной недостаточность подобной классификации и необходимость более глубокого анализа особенностей цивилизации различных стран и народов. Такие традиционные общества как те, которые сложились в Японии, на Тайване или в Корее, вышли сегодня на «пик» технического прогресса. Они сделались бесспорными лидерами постиндустриального общества и рассматриваются многими как образец техногенных цивилизаций. Вместе с тем во взаимоотношениях личность—общество, во взаимоотношениях между людьми, в системе ценностей и приоритетах, в стремлении сохранить самих себя, свой образ жизни эти страны принадлежат к традиционным цивилизациям.

Постиндустриальное общество — отнюдь не только европейский образец: те его особенности, о которых говорилось выше, свойственны всем развитым странам. Следующий шаг к информационному обществу, к его цивилизации еще предстоит сде-

лать, и он будет неизбежно синтезом цивилизаций Востока и Запада. Эти цивилизации очень разные, но они нужны друг другу, они дополняют друг друга. Такой синтез не будет нести унификации — он сохранит многоцветие цивилизационной палитры. Только объединение культур Востока и Запада даст то разнообразие, без которого трудно ожидать, что планетарное сообщество найдет нужную стратегию выживания.

Итак, я думаю, что одной из особенностей информационного общества будет превращение совокупности цивилизаций в единую систему, подчеркну — не в единую цивилизацию, а систему, в которой каждая из цивилизаций сохранит столь нужные для человечества особенности. Внешняя оболочка не должна уничтожить сущности.

Не менее важная проблема — утверждение демократического устройства планетарного общества. Только оно способно гарантировать ситуацию, в которой Коллективный Разум будет действительно работать на благо всего человечества, а не окажется в распоряжении людей, преследующих свои эгоистические цели.

Я уже сформулировал основной пункт моей «компьютерной веры». Современное состояние и темпы развития производительных сил требуют очень глубокой либерализации всей нашей жизни, и прежде всего экономики. Подобные тенденции, как мы теперь видим, становятся основой развития постиндустриального общества. Либерализация означает разнообразие организационных структур и форм собственности, но это невозможно без демократизации всех сфер общественной жизнедеятельности.

Следует отдавать себе отчет в том, что демократизация и либерализация экономической жизни резко обостряют конкурентное взаимодействие, ибо освобождают инициативу человека. Жизнь отдельных людей и народов станет более напряженной. Свобода действий неизбежно будет порождать неравенство, особенно в условиях тех ограничений и запретов, которые будут накладывать экологические трудности. Особую ценность для общества будут представлять профессионалы и лица, способные к интенсивной и дисциплинированной деятельности. Подобно тому как в прошлом веке после первой научно-технической революции люди, не умеющие читать и писать, оказались лишенными «места под солнцем», так и сейчас, уже в наступающем десятилетии, лица, не владеющие элементарной компьютерной грамотностью, окажутся на обочине общественной жизни. Народы, не сумевшие овладеть информационными технологиями и использовать их, неизбежно окажутся на периферии исторического процесса.

Прорыв в информационное общество будет труден. Он откроет этап истории с более острой конкуренцией, может быть лишенной сполохов войны, но не менее жесткой для отдельного человека. Смягчение последствий такого прорыва необходимо и возможно, но оно произойдет лишь в том случае, если возникнет общепланетарное гражданское общество.

Переходный этап к информационному обществу мне хочется назвать обществом риска, когда уже видны некоторые черты желаемого общества, но люди еще не готовы его принять. И в любой момент мы можем сорваться в катастрофу. Так, например, наша мысль ориентирована на жизнь в своем госу-

дарстве, причем чаще всего национальном с абсолютным суверенитетом. А будущее нас зовет к планетарному сообществу, представляющему собой ассоциацию государств, следующих общей стратегии развития. Их суверенитет неизбежно будет ограничен, да и государства уже не будут национальными.

Примиришь вековые установки и требования современности в старых цивилизационных рамках будет очень непросто. Наше ощущение «Мы» сильно отстает от требований реальной обстановки на планете, так же как отстают и представления о безопасности. Предстоит смена идей, которые однажды начнут менять и приоритеты человека. Без нее нельзя повернуть русло истории. Смена жизненных установок не может не произойти — механизмы самоорганизации действуют неумолимым образом. Но мы должны найти средства, способные смягчить этот процесс, и избежать катастрофы.

* * *

До последнего времени развитие Коллективного Интеллекта, как и всякий эволюционный процесс, носило чисто стихийный характер и, разумеется, не было ориентировано на достижение какой-либо заданной цели. И впредь общество будет развиваться в силу общих законов самоорганизации нашего мира, ибо Человек не в состоянии сделать этот процесс управляемым. Но такое утверждение совсем не означает, что он не способен целенаправленно вмешиваться в процессы общественного развития. На протяжении всей своей истории люди устанавливали определенные табу, утверждали законы, в обществе возникали те или иные нравственные принци-

пы, которые существенно меняли характер исторического процесса. Это не делало развитие человечества управляемым, но придавало ему известную направленность, как бы ограничивало реку эволюции определенными берегами.

По мере развития производительных сил и могущества цивилизации растет и направляющая роль человеческого интеллекта. Особенно в тех сферах деятельности, от которых в данных условиях в наибольшей степени зависит судьба общества. Поскольку без Коллективного Интеллекта не может возникнуть какая-либо организующая основа общества будущего, способная сфокусировать творческие силы человечества на обеспечении его выживания, то организация Коллективного Интеллекта из стихийного процесса должна превратиться в процесс, направляемый теми средствами, которые уже есть в распоряжении планетарного сообщества. Организация Коллективного Интеллекта — первый шаг на пути к информационному обществу. Без него не возникнут планетарное гражданское общество и те его институты, которые смогут утвердить в действиях и сознании людей ограничения в стандартах поведения, необходимые для будущего.

В мире идут процессы интеграции и работа по организации Коллективного Интеллекта отвечает тем же тенденциям. Среди проявлений интегративных тенденций особое место занимает создание ООН. Мы все готовы критиковать ее действия, но почему-то нас совсем не удивляет то, что она возникла, — факт воистину эпохальный. На ее плечи и лягут многие проблемы организации информационного общества.

Мне представляется, что уже сегодня на уровне ООН должно начаться обсуждение компьютерного обеспечения, спутниковых и других систем связи, некоммерческой электронной почты и т. д., которые бы содействовали расширению возможностей уже существующего Коллективного Интеллекта.

Что же касается проблем перехода к информационному обществу, то их решение потребует разработки многолетних социальных программ, объединяющих решение задач экологического императива и направленного развития технологической основы жизнедеятельности постиндустриального общества с решением многочисленных гуманитарных проблем социальной сферы.

Эта программа должна быть международной и проводиться в рамках ООН. Я думаю, что сначала она будет носить просветительский характер и иметь форму консультативного клуба интеллектуалов. Сегодня, может быть, самое важное, чтобы люди отчетливо увидели черты современности, тенденции общественного развития, те трудности, которые нас могут ожидать, и правильно оценили потенциальные возможности, заложенные в нас Природой. Отсюда — важнейшая роль телемостов, специальных изданий, летних школ и других просветительских мероприятий.

Но уже и сейчас может начаться объединение исследовательской деятельности тех групп специалистов, которые ставят своей целью изучение проблем становления информационного общества. Создание специальных банков данных и знаний, их объединение с помощью электронной почты, проведение компьютерных и телеконференций — все это в пределах наших сегодняшних возможностей.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Утверждение информационного общества будет носить характер бифуркации — качественного изменения самих основ цивилизации и социальной природы общественных отношений. Отвергая, в принципе, любую социальную инженерию, мы не имеем права не представлять себе возможных исходов этой цивилизационной перестройки, не имеем права игнорировать возможные опасности.

Как и всякий революционный процесс, переход к информационному обществу может иметь непредсказуемые последствия. Задача состоит не в том, чтобы планировать его развитие, а в том, чтобы предотвратить возможные негативные последствия (в этом и состоит отличие направляемого развития от планового, управляемого). Опасный поворот событий вполне вероятен. Достаточно представить себе ситуацию, которая возникнет при монополизации планетарной информационной системы и ее подчинении эгоистическим интересам отдельных групп людей. Вот почему проблемы формирования информационного общества — коллективная забота всего человечества. И она не отделима от проблемы совершенствования ООН.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Б.В. МАРКОВ

ЧЕЛОВЕК В ЭПОХУ МАСС-МЕДИА

(СИМВОЛЫ ЭПОХИ INTERNET)

На глазах одного поколения произошел слом формировавшейся в течение нескольких столетий медиаимперии, основанной на письме и чтении. Взамен искусства влиять понятиями и рациональными аргументами на поведение людей сложилась иная техника, основанная на образах. В современных масс-медиа все большее место занимают иллюстрации и картинки, и постепенно главным источником удовлетворения потребности в информации и эстетических ценностях становится голубой экран. Культура интерпретации и понимания письменных текстов стала стремительно закатываться. Наши дети уже не так охотно читают книги и гораздо больше времени проводят за телевизором.

Аргументы как противников, так и защитников электронных медиумов достаточно известны. Прежде всего они указывают на проблему обучения: книга учит думать, а экран — манипулировать. Современные обучающие программы рассчитаны на подготовку «видиотов». Также самые серьез-

ные опасения вызывает политическое использование новых медиумов. И раньше газеты и журналы использовались для формирования общественного мнения. Однако письменные тексты идеологии становились объектом критики, и таким образом от них можно было дистанцироваться. Современные масс-медиа вовсе не стимулируют обсуждения теоретических проблем. Конечно, дискуссии свободной общественности еще организуются на ТВ, ибо оно идеально для этого подходит (на этой основе новые утописты мечтают о возрождении античной «агоры» — прямой демократии). Однако все они имеют характер «шоу» и не озабочены серьезным анализом проблем, а тем более выявлением предпосылок их возникновения.

Почему прекрасный новый мир медиумов вызывает у философов самые серьезные опасения? О чем наши страхи и почему мы боимся, каковы основания наших сомнений — вот вопросы, которые требуется обсудить. Для этого необходимо отдать отчет в том, как устроена наша медиасистема и чем она отличается от прежних форм коммуникации. Для уточнения дискуссий о новой медиальной культуре необходимо рассмотреть эволюцию форм коммуникации в более широком горизонте, не ограниченном только письменностью. Главным при этом оказывается вопрос не об истине, а о медиумах. Удивительно при этом, что требования к ним были более или менее одинаковыми. Будь то авторы-гуманисты, священники, миссионеры, слуги короля, почтовые работники, государственные служащие, современные информационные службы — все они соблюдают особый этос служения. Суть его в

том, что медиум служит не себе, а чему-то высшему. Поэтому проблема неисполнительности, коррумпированности служащих медиасистемы является вечной. Она решалась приданием особого статуса: они занимают определенное положение, имеют особые привилегии, но также ведут аскетический образ жизни. Знаки, которые они распространяют, имеют особую форму. Так еще во времена фараонов были выработаны специальные требования к качеству и формату папируса, на котором записывались государственные постановления. И сегодня государственный документ подписывается официальным лицом и подтверждается гербовой печатью. Все это говорит о том, что даже письменные документы черпают силу авторитета не от истины, а от иных свидетельств.

Человек понимается и воспитывается как наделенное сознанием, разумом, речью и т. п. способностями существо в рамках письменной культуры. Смена медиумов, переход к аудиовизуальной форме коммуникации, предполагает культивирование иных, нежели интеллектуальные, способностей человека. Это не означает конца философии и философской антропологии вообще, но предполагает смену формы философствования. Главным становится вопрос о том, как люди ориентируются в образах. Как можно противостоять песням сирен и завораживающему взгляду Медузы Горгоны? Разум не спасает от магнетопатии и гипноза. Когда мы говорим о «смерти человека» как о конце одной идеи человека, то ведем речь не просто о смене понятий. Изменению подлежит сама рефлексивная установка, которая перестала быть эффективной в новых условиях.

ИНФОРМАЦИЯ И КОММУНИКАЦИЯ

В современном обществе все более важное значение приобретает коммуникация, а на первый план выступает культура общения. Коммуникация не сводится к получению и передаче информации. Кроме многообразных сообщений, констатации событий и познавательных суждений существует особый класс высказываний, которые одновременно выступают действиями, как, например, извинение, признание в любви, клятва, приказ и т. п. В каком случае эти высказывания вызывают доверие, насколько эффективными являются по отношению к ним стандартные критерии истинности? Эти вопросы имеют непосредственное практическое значение для участников коммуникации. Мнение о том, что в наше время большинство сообщений являются истинными или ложными и что существуют простые и четкие критерии, позволяющие отделить их друг от друга, несомненно является наивным и часто является причиной ошибок в коммуникации.

Повседневная коммуникация имеет сложное строение и регулируется на основе иных критериев, чем в науке. Прежде всего в ее составе следует выделять неявные цели и стратегии, которые чаще всего отнюдь не сводятся к поискам истины, а направлены на подчинение людей, самоутверждение или осуществление иных потребностей.

Каждый человек как рядовой участник коммуникативного процесса должен отчетливо представлять возможности самореализации, предоставляемые ему сложившейся коммуникативной системой. Прежде всего неверно думать, что она является про-

стым инструментом для самовыражения личности. Напротив, именно она и формирует личность, причем настолько, что подчас сливается с его внутренними желаниями и потребностями. Важная роль культуры общения как раз и состоит в том, чтобы выявлять и контролировать установки общения и стремиться примирить их в единой стратегии совместной жизни.

Сегодня наиболее эффективными способами формирования человека выступают средства массовой коммуникации. Уже появление первых газет и журналов привело к серьезным социальным последствиям и наиболее важным стало формирование, наряду с сословиями и классами, феномена публики, которая скрепляла разнородное общество на основе интереса к литературе и политике, к жизни и науке. Она стала прообразом современной общественности, которая вырабатывает коллективные ценности и противостоит узким интересам той или иной группы, формирующей стратегические планы развития общества на основе своих интересов. Собственно, одна из важных задач средств массовой коммуникации и состоит в обсуждении политических, экономических, культурных проблем с позиций общественности, которая объединяется общими традициями и задачами выживания. Однако в современном обществе, где политика и жизнь, хозяйство и общество оказались самостоятельными, часто в управлении преобладают интересы тех или иных «ведомств», финансовых групп и промышленных монополий. Это приводит к тому, что ресурсы используются не в интересах процветания всего общества. Поэтому формирование института общественности является важнейшей задачей любого де-

мократического государства. Роль прессы при этом состоит в том, чтобы организовать диалог свободной общественности, где бы представители разных профессий могли отстаивать свои интересы и сообща принимать жизненно важные решения. К сожалению, действительность весьма далека от этого идеала. При этом с философской точки зрения проблема не сводится к «продажности». Как раз приватизация и даже коммерциализация средств информации дают большую степень свободы по сравнению с государственной монополией. Однако фактом является и то, что современная пресса не стала свободнее. Конечно, обилие информации поражает и сегодня все знают все. Но поразительно, что при этом информация вовсе не становится стимулом действия. Ее циркуляция стала самоцелью. В этой связи представляется необходимым предпринять попытку анализа средств массовой коммуникации.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ТЕЛЕКРАТИЯ И РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ

За последнее десятилетие политика в отношении средств массовой коммуникации может быть охарактеризована как интернационализация, приватизация и коммерциализация или как «либерализация» в смысле отказа от жесткого регулирования со стороны государственных органов. При этом можно говорить также о крене «влево» или «вправо», поскольку формы жизни в нашем обществе подверглись существенному изменению. Человек, по определению Э. Кассирера, является символическим существом и живет в символическом универсуме, который сегодня создается в основном средствами массовой

информации и электронной техникой, точнее, уже интеграцией телекоммуникации и компьютерной техники. Гуманитарная интеллигенция отреагировала на это пока в основном критикой или, наоборот, производством новых утопий.

Интернационализация, коммерциализация и приватизация стали основными направлениями изменения масс-медиа за последнее десятилетие. К этому списку можно добавить и другие характеристики, например либерализация или дерегулирование. Эти изменения являются не какими-то далекими, а, наоборот, самыми близкими, ибо затрагивают образ жизни каждого из нас. Наш символический универсум сложился на основе газет и журналов, телеграфа и радио, кино и телевидения, а сегодня открываются новые возможности синтеза этой классической техники коммуникации с компьютером. Здесь не место критике и утопии, однако необходима какая-то эффективная политика в отношении электронной техники, и большинство стран, прежде всего Америка и Япония, уже об этом позаботились. У нас пока имеет место неконтролируемая эксплуатация, и никто не думает о долгосрочных последствиях происходящего на наших глазах распада традиционной культуры. Эти последствия, состоящие в изменении фундаментальных структур сознания (эмоций, памяти, воображения, рациональности), в целом уже очевидны (что не исключает, а предполагает их уточнение и проверку). Если не предпринять каких-то адекватных мер, то все наши сегодняшние усилия, направление на реформирование общества, будут потрачены зря и останутся невостребованными.

Изменения в средствах массовой информации можно рассматривать под разными углами зрения. Прежде всего наряду с открытостью миру наметилась тенденция к национальному своеобразию, качественно новый характер приобрела регионализация. В российских средствах массовой коммуникации существенно трансформировалась проблема доминантности: если раньше доминировала официальная точка зрения и официальная культура, то сегодня телезрители испытывают сильнейшее воздействие чужой культуры, и прежде всего американского кино. Как далеко зайдет либеральный правовой популизм покажет время, однако несомненно, что дело кончится принятием тех или иных ограничений. В чем отличие телевидения от традиционных масс-медиа — газет и журналов? На первый взгляд речь идет о появлении более эффективных средств распространения информации. Однако фактическое использование ТВ наводит на более глубокие предположения. Телереволюция в Румынии, телекратия правительства Берлускони в Италии, подготовка общественного мнения к войне с Ираком в Америке с новой силой подтвердили неконтролируемое воздействие электронных масс-медиа на общество.

Новые средства массовой коммуникации не просто соединяют телекамеру, телевизор, компьютер, факс, мультимедиа, но выступают одним из мощных средств современной политики, для оправдания которой они инсценируют некую «действительность». Электронные масс-медиа могут стать средствами не информации, а дезинформации общества. При этом если долгая история газетного

дела выработала некоторые правовые нормы и традиции, журналистскую этику, то более молодые электронные средства коммуникации, с одной стороны, не имеют строгих табу, а с другой — контролируются не общественностью, а теми или иными часто секретными организациями. Все это более или менее известно каждому, что вовсе не делает нас более умудренными при восприятии очередной телесенсации. Не являемся ли мы слишком легкомысленными, реагируя на это смесью наивности и цинизма? Другая известная проблема, связанная с ТВ, состоит в том, что оно выступает средством распространения насилия и убийства. Западные социологи подсчитали, что если в 70-е годы показывали по три убийства в день, то сегодня около 70. Таким образом, подростки уже увидели на экране ТВ более 14 тысяч убийств.

Чтобы не втягиваться в нескончаемый спор о том, увеличивает или снижает это реальное насилие в обществе, можно указать на реальные проблемы, требующие незамедлительного решения: драматическая концентрация ТВ — голубой экран сопровождает нас все время (даже свадьбы и похороны, с одной стороны, транслируются по ТВ, а с другой — и сами не обходятся без телешоу); снижение уровня приличия у постановщиков разного рода эротических шоу, стремление обнажить интимные стороны жизни людей и падение ответственности у зрителей. Они превращены в соглядатаев, ибо увиденное не вызывает у них реакции в форме ответного действия или противодействия. Телезрители имеют весьма мало общего с феноменом публики, которая возникла на основе чтения и обсуждения газет и журналов и которая сообща вырабатывала нормы

вкуса, морали и здравого смысла, имевшие важное влияние на политику и бизнес. Публика оказывала воздействие и на автора, так что система «журналист—читатели» является классическим воплощением кибернетической системы с обратной связью. Совсем не то на ТВ. Диктор или телеведущий на нашем вечернем экране вовсе не автор, а нечто большее, он держится как заместитель Бога на земле и не ждет нашего ответа. Телевидение — это «полупроводниковая» коммуникация, направленная в одну сторону. Противоположность газеты и ТВ не сводится, как раньше думали, к противоположности образа и понятия. Сегодня широко распространенным является телетекст, но он мало общего имеет с газетой и сохраняет все недостатки однонаправленной коммуникации. Если газетные статьи еще обсуждаются дома и на работе, то телетекст никогда. Это ведет к изоляции людей и дезинтеграции общест-венности.

Разумеется, нельзя все видеть в черном свете. Телевизор для большей части населения — это окно в мир. Однако нельзя не видеть за этим новой поляризации общества. Если интеллектуалы пользуются электронными средствами, включая выход в Интернет, то для большинства населения ТВ оказы-вается единственным источником информации. Как бы то ни было нарастание «пролетариата знания», людей отлученных от книжно-газетной культуры, остается бесспорным фактом, и общество должно сделать отсюда соответствующие выводы. Точно так же является бесспорным формирование новой эли-ты, которая успешно овладевает новыми средства-ми распространения информации. Процесс образо-вания получает принципиально новый облик. Ка-

бельное телевидение, специальные фильмы и программы, музыкальные концерты, художественные выставки и т. п., записанные на ленте или на диске, выход в Интернет — все это расширяет возможности человека. Но кто составляет подобные программы, кто может ручаться за их полноту? Дигитализация общества сопровождается ростом стоимости информации, и это также создает новые проблемы. Согласно классической теории познания, истина никому не принадлежит и она не может быть предметом купли и продажи. Коммерциализация телекоммуникаций приводит к тому, что за информацию приходится платить подчас довольно высокую цену.

Сегодня телевидение принципиально изменяется. Телевизор, компьютер и телефон, соединенные в одну систему, образуют интерактивное телевидение. Все больше становится людей, проводящих ночи за компьютером. Надев на голову шлем, они коммуницируют с Интернет, e-mail, банками данных, обмениваются при этом не только рациональной, но и сенсорной информацией (в принципе возможен обмен сексуальными ощущениями, что может привести к окончательному упразднению института традиционного брака). Изменится ли от этого мир? Вероятно. Но все-таки этот большой вопрос не должен отвлекать нас от других меньших, но насущных проблем. Как долго продержится система обычного телевидения, если через компьютерные сети и системы спутниковой связи реципиентам будут предложены сотни каналов, как и что они будут выбирать при этом? Как будут влиять на поведение людей телешопы и телебанки и как будет реагировать на это политическая культура? Нередко такого рода вопросы ставятся с целью нагне-

тания страха. Однако знакомство, например, с американскими дебатами обнаруживает наш провинциализм. Для американского правительства развитие компьютерной сети (Национальная информационная инфраструктура) является столь же важной политической программой, какой была высадка космонавтов на Луне. Прежде всего речь идет о развитии мультимедиальной техники в школах и университетах. Конечно, нам трудно разделять американский оптимизм, но заслуживает внимания достижение общественного консенсуса при помощи новой технической утопии, которую активно поддерживает бывший вице-президент Гор, выдвинувший задачу связать каждую школу с крупнейшими библиотеками мира через систему Интернет.

В Европе, напротив, много говорится об опасностях и негативных последствиях, к которым приведет постанoвка компьютерного образования. Характерной в этом отношении является дискуссия вокруг распространяемой на CD-ROM обучающей системы LOGO. (Буквально «ЛОГО» — это специальный компьютерный язык, но на самом деле это принципиально новая философия образования, опирающаяся на использование компьютера в школе: это не просто усвоение информации, а именно интерактивное обучение, соединяющее знание и творческое мышление.) Выступавшая в спорах о возможностях данной программы гуманитарная интеллигенция назвала ее системой производства «видиотов». Конечно, нельзя не обращать внимания на опасности абсолютизации видео- и компьютерной культуры, которая приучает к алгоритмизации и симуляции, к общению с другими на основе алгоритмов, однообразных правил и монотонных

линейных операций. Но это должно способствовать совершенствованию педагогики, а не препятствовать использованию мультимедийной техники в школах.

Думается, что причина опасений кроется в другом. Дело в том, что книга, учебник и библиотека — опорные пункты организации общественного порядка. Когда-то шеф Третьего отделения высказался о задачах Публичной библиотеки в том смысле, что книги в ней должны выдаваться по разрешению правительства, как лекарства в аптеке по рецепту врача. Ясно, система Интернет разрушает эту систему. Но было бы слишком наивно верить в либерализацию политики распространения информации в Интернете. На самом деле она обладает собственными принципами селекции (например, сообщения на кириллице превращаются в набор бессмысленных знаков) и соответственно формирует своих пользователей. Это новая форма власти, разрушающая границы национальных государств.

Можно отметить и экономический аспект высказываемых страхов. Индустрия компьютерных программ приобретает все больший размах. К 2000 году телекоммуникации удвоятся и в их производстве будет задействовано около 60 миллионов человек. Таким образом, государство должно стремиться к тому, чтобы стать локомотивом этого процесса, в противном случае участь его незавидна. Поражает наша недалекость. Раньше элитные вузы настолько хорошо готовили программистов, что в случае выезда за рубеж они получали работу по специальности, в то время как большинство гуманитариев мыли посуду в кафе (конечно, это вызвано не слабым уровнем их образования, а тем, что стихией

гуманитария является родной язык). Сегодня наряду с прочим мы оказались вытесненными с рынка образования и уже не способны готовить специалистов на прежнем уровне. Большинство телевизоров, компьютеров, а главное, программ, покупаемых в нашей стране, зарубежного производства. Среди различных подходов и оценок современных масс-медиа: газет и журналов, ТВ и компьютеров выделяются порой альтернативные подходы. Они связаны с попытками сравнить и осознать различие классической культуры и ее основных носителей книги, театра, живописи, музыки и т. п. с современной мультикультурой, опирающейся на сложные композиции аудиовизуального характера.

ТВ и компьютер, оснащенный различными приставками, выступают «революционными» символами современности. С одной стороны, эти медиа открывают новые невиданные возможности, соединяют вместе музыку, живопись, литературу, науку, философию, политику. То, что было прежде разорвано по различным регионам и различалось как по форме, так и по содержанию, теперь стало одним целым. То, что требовало раньше соответствующего образования, социального статуса, свободного времени и материальных средств, теперь стало общедоступным. Шедевры музыки и живописи доступны благодаря Интернету, кроме того, они входят в качестве составных элементов в видеоклипы и различные развлекательные программы. Сложные произведения искусства, научные теории, политические идеологии — словом все, что требовало от реципиента высокого культурного уровня, теперь дается масс-медиа в упрощенном и доступном виде. Наконец информация со всего мира, публикуемая в прес-

се, связывает людей в мировое сообщество. Сегодня все всё знают. Такая ситуация приводит и к качественным изменениям в стиле мышления, в способе видения, оценки и понимания действительности. Прежний линейный способ восприятия мира, понимание основанное на логической последовательности, аргументации и обосновании, которые имели место даже в идеологиях, уступают место целостному охвату смысла происходящего, когда даже мозаичное и нерегулярное чтение или просмотр ТВ быстро приобщают человека к происходящему.

Итак, свобода, творчество, доступность, приватность — несомненно положительные следствия современных масс-медиа. С другой стороны, очевидны и опасные последствия. Кажущееся позитивным переплетение научного, художественного, политического, религиозного и др. дискурсов в современных популярных массовых печатных изданиях оборачивается синкретизмом, который был присущ еще древним мифам, и в качестве противоядия порождает потребность в аналитических рефлексивных действиях. Слитность и синтез — это не всегда достоинство. Прежде всего вызывает опасение то обстоятельство, что власть растворяется в современных масс-медиа, становится невидимой и вместе с тем всепроникающей. Она овладевает любой информацией и проникает в сознание в форме как научных, так и развлекательных программ и при этом уходит из-под контроля общественности. Хотя современные средства массовой коммуникации собирают все прежние техники описания мира воедино и фотография соединяется с репортажем и оценкой, однако принцип монтажа приводит к такой селекции и интерпретации происходящего, что мир, который

воспринимает пользователь, оказывается вымышленным, иллюзорным миром или симулякром. Не только шоу, но и политические репортажи оказываются инсценировками. Мультимедиа не только открывают окно в мир, но и суживают творческие возможности человека. Читатель классической прессы, переводящий типографские знаки в мир образов и понятий, проделывал огромную самостоятельную работу, которая была подготовлена и направлена предшествующим образованием, выполнявшим роль не только ориентира, но также селектора и цензора. Сегодня пресса активно использует комиксы, а видеотехника дает готовые почти не требующие самостоятельной интерпретации образы, кажущиеся самой действительностью. Парадоксальным образом, несмотря на симулирование действительности, содержание газет и телепередач также оказывается сильно селектированным и цензурно ограниченным.

Это краткое перечисление основных особенностей современной прессы мультимедиа раскрывает их возможные оценки, способы интерпретации и использования. Уже открытие радио породило теории, согласно которым электронные средства связи делают информацию более широкой и доступной. Без больших затрат, связанных с книгоизданием, оперативно и эффективно радиосообщения мгновенно доходят до каждого и вызывают нужный эффект. Политика опирается не на идеологии и псевдоаргументацию, а на масс-медиа. Сегодня среди российской интеллигенции брехтовская утопия остается все еще живой: дайте мне слово в прессе или на ТВ, и я переверну мир. Это обусловлено и тем, что народ по-прежнему доверчив к слову, и

тем, что власть по старинке связывает с ним свою силу, запрещающую все, что ей противоречит. Общедоступность масс-медиа порождает демократичность и свободу. Информация сегодня выдается не как лекарство в аптеке по распоряжению правительства. Она общедоступна и любой не ленивый человек может знать все, что захочет. Конечно, остается проблема политических, военных, коммерческих тайн, но в принципе даже эта проблема не может считаться аргументом против того, что именно благодаря средствам массовой коммуникации мечты о равенстве и демократии значительно продвинулись вперед.

Неудивительно, что некоторые теоретики вроде Маклюэна считают старые теории и практики освобождения, и прежде всего марксистско-ленинскую стратегию революции, уже устаревшими. Сегодня борьба должна вестись не за распоряжение средствами производства, а за распоряжение и контроль над средствами массовой коммуникации. Свободная общественность должна их контролировать. Для этого необходима приватизация, изымающая масс-медиа из-под власти государства. В теории конкуренция порождает многообразие символического товара и возможность выбора. Имеющий выбор потребитель осуществляет свободу тем, что предпочитает одни газеты или телепрограммы другим. Такая оптимистическая точка зрения не дает возможности достаточно внимательно и обстоятельно проанализировать негативные тенденции. Они не могут быть исправлены иллюзиями и благими пожеланиями, а требуют деятельного участия людей в контроле над использованием средств массовой коммуникации.

Сегодня у людей возникает подозрение, что ТВ не обеспечивает демократизации и эмансипации общества, более того, окончательно закабальет его. При этом хотелось бы обратить внимание не столько на содержание, сколько на форму. Дело не в том, что сообщают газеты, журналы и телепередачи. Именно на содержании сосредоточивают свое внимание критики. Они требуют исправить и улучшить его. Например, запретить описывать убийства, насилие и т. п. Именно с изменением содержания передач связывают свои надежды революционные интеллектуалы. Они думают, что если смогут высказываться в прессе или готовить телепередачи, то сделают людей более гуманными и демократичными. Пресса как особая власть — это не содержание, а форма. Сегодня она может быть охарактеризована как полупроводниковая коммуникация, которая направлена только в одну сторону. Никто не ждет ответа. Заметка, репортаж, — это вовсе не диалог равных. Здесь нет соответствия. Даже тогда, когда диктор просит присылать письма или анализирует уже полученные, здесь нет никакой демократии и тем более нравственного признания другого, что требуется для подлинной коммуникации. Попытки «смягчить» модели коммуникации, построенные на жесткой аргументации, должны расцениваться как перспективные. Такими являются, например, исследование и введение в речевую практику: различных типов аргументации в неориторике, коммуникативных стратегий в литературоведении, визуальных дискурсов в эстетике, межнациональных и мультикультурных взаимодействий в этноантропологии и т. п. Весьма актуальной представляется попытка создать модель «открытой коммуникации», в

которой бы переплетались особенные черты познавательной, этической и эстетической коммуникации. Благодаря этому уравнивались бы односторонние подходы. Предварительным условием этого является философский анализ возможности соединения дисциплинарно разорванных типов коммуникации.

Практическая потребность в такого рода подходе проявляется прежде всего в решении трудных проблем коммуникации в современных масс-медиа. Именно они как инструменты власти и орудия манипуляции, как создатели симулякров и виртуальной реальности вызывают особенные опасения. Как возможна открытая коммуникация в этой сфере? Как достичь эмансипации от дискурса власти и насилия и заставить служить современные масс-медиа производству человеческого в человеке? Очевидно, что простой морализацией, эстетизацией и онаучиванием дискурса масс-медиа этого невозможно добиться. Недостаточно наполнить содержание гуманистическими идеями и образами, необходимо структурное изменение языка. Именно поэтому необходимо сохранить в составе масс-медиа аналитические газеты, в которых бы по типу «круглых столов» организовывались дискуссии свободной ответственности, где бы сталкивались мнения ученых и политиков, специалистов и профанов. Разумеется, следует отдавать себе отчет в том, что далеко не все проблемы решаются на основе логической аргументации и критики. Но даже если будут организованы обсуждения ценностных — политических, национальных, жизненных проблем, то несмотря на неразрешимость их с каких-то единых позиций, польза таких обсуждений будет состоять в том, что участ-

ники этих дискуссий, а также те, кто следят за ними в газете, будут с уважением относиться к противоположным мнениям и так или иначе признавать их. Политика, если мы не хотим всплеска военно-революционного насилия или терроризма, по-прежнему может строиться только на компромиссе и соединении разнородного, на уравнивании и выравнивании резких различий. Попытка достижения национального или мирового единства на фундаменталистской основе, будь то православие, мусульманство или Интернет, даже если окажется насильственно осуществленной, приведет к гораздо худшим последствиям, чем думают. Во-первых, моделей единства столько же, сколько людей, и поэтому во имя одного единства придется пожертвовать представителями другого и единственной формой протеста останется террор. Во-вторых, единство приводит к стагнации. Наиболее разумным выходом, как и во все времена, остается искусство компромисса, т. е. усилия направленные на реализацию основного принципа коммуникации: взаимное признание друг друга. Он не должен остаться неким моральным идеалом, а воплотиться в технических и ментальных структурах коммуникации. Необходимо осознавать как отрицательную, так и положительную функцию воображаемого. Это вовсе не пустая реальность, если в нее верят. Поэтому если говорят о спектаклярности масс-медиа, которые инсценируют события, выдвигают якобы серьезных, пользующихся поддержкой народа политиков, то можно возразить, что на самом деле никто сегодня не имеет некой естественной или божественной политической силы, в основном вся она создается масс-медиа. Игра с воображаемым не вызывает возражения,

если спектакль всем нравится. Однако политический спектакль, который разыгрывается на экранах, вызывает у большинства населения явное отвращение. Это верный признак того, что нужно искать новые сюжеты и писать новые сценарии. Масс-медиа станут средствами освобождения людей и демократизации жизни лишь в результате совокупных усилий ученых, художников, философов, политиков и общественности. В политике это меры, направленные на приватизацию и контроль общественности за содержанием и формой передач. В педагогике и критике — это поиски новых форм эффективного образования и совершенствования слушателей. В философии — это анализ коммуникативных стратегий, обеспечивающих взаимодействие разнородных дискурсов.

Наконец, есть еще одна проблема, которую я бы обозначил как топологическую проблему. Это вопрос о месте, точнее о пространственной организации культуры. Пресса — это не только содержание, но и структура. Это прежде всего институт, который сосуществует в пространстве с другими «местами» — рынком, храмом, университетом и др. Каждое из них продуцирует определенные свойства человеческой природы. Рынок — агрессию, храм — любовь, университет — знание. Масс-медиа — это место мест, т. е. такое пространство, где разнородное встречается и коммуницирует. Поэтому функция прессы и ТВ быть медиумами, посредниками коммуникации. Масс-медиа должны стать местом встречи морали и бизнеса, познания и поэзии. Именно создание таких мест встречи разнородного служило стимулом развития европейской культуре. Опасные и радужные перспективы масс-медиа не

должны закрывать то прозаичное обстоятельство, что они являются пространством, на котором, как на античной агоре, люди обмениваются своими мнениями. Наша агора становится не вербальной, а визуальной. Но избавляясь от господства слова, человек не становится свободнее, попадает в рабство другой власти, которая инкорпорировалась в структуру видения. Поэтому трудно согласиться с теми, кто считает, что борьба с вербализмом и развитие визуальной культуры автоматически приведет к эмансипации людей. Логос не может отсутствовать в коммуникативном дискурсе общественности. Театры и выставки, журналы, газеты, романы, — все это было самым тесным образом связано с феноменом публики. Восприятие не оставалось пассивным. Напротив, оно стимулировало общение и облагораживало поведение. Сегодня в отдельной квартире, в пространстве больших городов люди испытывают ностальгию по прежнему единству. Насколько эффективно выполняют масс-медиа роль агоры, т. е. культивирует ли она общественное пространство? Во всяком случае, в России пресса еще стимулирует общение. Дома и на работе, за кружкой пива или чая люди обсуждают новости и выносят свой вердикт. Однако их ответа власть не слышит. Как создавать институты свободной общественности с целью влияния на решения правительства.

Средства массовой информации имеют огромную власть, и выборы президента великолепно это продемонстрировали. А еще раньше различные нечистоплотные люди использовали ТВ для обмана доверчивых вкладчиков. Но как это стало возможным и какие последствия имело? Если вспомнить рекламу «МММ», то легко увидеть, что она созда-

вала некий вымышленный мир (мы сидим, а денежки идут). Что же заставило поверить людей в вымышленную реальность, а «кино» было принято за реальность? Даже любители сериалов различают вымысел и действительность. Как же случилось, что люди поверили мифологическим героям вроде Лени Голубкова и отдали свои деньги Мавроди? Дело в том, что реклама шла в прессе и по ТВ, которые и до сих пор, несмотря на появление частных газет и телеканалов, все еще отождествляются с государством. Именно ему был нанесен сильнейший моральный ущерб. Средства массовой коммуникации прежде обманывали население в идеологической плоскости. Если пропагандистский обман может быть развеян в ходе переговоров общественности в кафе или за кружкой пива, то в случае рекламы мы имеем дело с особым рода высказываниями, которые являются не нарративами, а перформативами. Здесь главный критерий — доверие к говорящему. Поэтому, когда кто-то клянется в любви или обещает вернуть долг, приходится принимать во внимание репутацию того, кто говорит. Если он уже много раз обманывал, то нет оснований больше доверять ему. Первые рекламные ролики действовали безотказно, но по мере нарастающего неисполнения обязательств растет и недоверие масс. Все это говорит о необходимости восстановления имиджа государственной прессы и телевидения. Он может быть сохранен и приумножен в результате сложной поисковой работы, направленной на совершенствование коммуникативной стратегии современных масс-медиа.

Как бы не казались эффективными, демократичными и интернациональными электронные масс-ме-

диа, в свете потенциальных опасностей необходимо культивировать традиционную журналистику и публицистику. Во-первых, с целью развития активной политической культуры мыслящей и способной к действию части населения, во-вторых, для того, чтобы сохранить культурное пространство («измерениями» которого выступают: журналист, газета, публика), в рамках которого общество могло бы обсуждать и приходить к согласию относительно стратегических ориентаций, а также сообща разрабатывать наиболее эффективные стратегии и тактики их осуществления на уровне повседневности. Глобальные идеи политиков и интеллектуалов, ценности, нормы и правовые акты, предлагаемые моральными философами и юристами, — все это требует воплощения в жизнь, а для этого должно войти в сердца и души людей, получить их обсуждение и одобрение, найти практические, житейские способы их осуществления.

ДЕМОКРАТИЯ БЕЗ ГРАНИЦ

Хотя сегодня говорят о кризисе традиционной демократии, многие остаются приверженцами ее классических форм: четырехлетний цикл выборов, респонзивность, референдумы и т. п. Какие новые возможности открывает Интернет для развития демократии? Процесс формирования демократического общественного мнения включает два элемента: во-первых, доступ к информации, во-вторых, способность ее анализировать и принимать решение. Очевидно, что Интернет обеспечивает неслыханный прежде доступ к информации и расширяет возможности коммуникации. Возникает идея виртуаль-

ного общества, которое благодаря Интернет способно преодолеть иерархизм реальной власти. Электронная коммуникация осуществляет полное равенство ее участников и участниц.

Посмотрим, насколько соответствует это требованиям свободной от принуждения коммуникации, выдвинутым Ю. Хабермасом: 1) равенство участников коммуникации и свобода от давления; 2) темой дебатов являются общие проблемы, которые значимы для всех; 3) запрет на ограничения дискурса и возможность его возобновления по требованию участников.

На первый взгляд кажется, что благодаря Интернету все эти требования оказываются легко выполнимыми. Интернет делает невозможной какую-либо политическую цензуру. Все голоса в цифровой какофонии обладают равным весом, в цифровой анонимности растворяются национальные различия. Будучи неконтролируемым, индивидуальное разидентифицируется и не может собрать себя: остается цепочкой цепи циркуляции информации: получил и переслал дальше. Если коммуницируют 50 миллионов, то индивидуум теряется. Отсюда проблемой становится не аккумуляция, а селекция. Интернет сегментируется и дифференцируется. И тогда оказывается, что он вовсе не реализует главную идею демократов о существовании свободной от принуждения и различия общественности. Хотя Интернет дает возможность формирования самой широкой «публики», однако она при этом теряет те черты, которые ей приписывал, например, Хабермас.

1. Электронная коммуникация не имеет ничего общего с открытой коммуникацией «лицом к лицу».

Дело не только в том, что в ходе разговора читают невербальную информацию жестов, тела, одежды и т. п., которую компьютер редуцирует к письменным знакам. Можно предположить, что это особое преимущество, так как в поле внимания остается только аргументация и исчезает суггестия враждебности или дружелюбности. Но на самом деле аргументация требует проверки и осмысления, а на это нет времени. Преимущество скорости, таким образом, превращается в недостаток. Вопросы, ответы, комментарии идут синхронно, и тут не остается времени для формирования собственного мнения. Кроме того, опция «выход» дает возможность прервать общение и таким образом устраняется ответственность, которая является важнейшим качеством личного разговора.

2. Интернет вовсе не устраняет иерархию. Остается четкое различие говорящих и слушателей, владельцев сети и пользователей. Ведущими оказываются личности с «высоким уровнем образования и влияния», а их отбор осуществляют владельцы канала. Сами пользователи сети требуют создания системы фильтров во избежании дисфункции.

3. Общественность выступает в демократических государствах противoinститутом, балансирующим взаимоотношения власти и общества. Актуальные дискуссии предполагают различные группы, представляющие разные интересы, личные контакты и споры, а также общественную сцену, даже если дебаты идут по телевидению. Интернет смешивает существующие при этом границы. Между тем в Интернете общественность представлена фрагментированной по иному, чем в обществе. Там разделяются разного рода группы, интересующиеся самыми

разными темами, многие из которых не касаются политики. Интернет расщепляет общественность на множество мелких группировок по интересам. При этом пересекаются границы национальных государств, и эти группы уже не защищают политические интересы, которые всегда были интересами своей родины. Если Интернет и «демократизирует» мир, то не по модели общественности, которая служит основой современных теорий демократии.

Обычный коммуникативный процесс имеет пирамидальную форму, на вершине которой находится источник информации. В Интернете, наоборот, все больше становится тех, кто посылает информацию и все меньше тех, кто ее слышит. Это и понятно, если все будут говорить, то поднимется невообразимый шум. Итак плюрализация источников информации приводит к парадоксальному эффекту: с одной стороны, демократическому обществу угрожает информационная энтропия; с другой — даже левые демократы говорят о необходимости некой селекции. Перевес включенности над исключенностью, ускорение процесса обмена информацией не оставляет времени и для рефлексии. Устранение пространственной дистанции дает повод говорить о глобализации как безграничности. Однако нельзя не видеть формирования новых ограничений, определяющих режимы включения и исключения. Благодаря преодолению пространственных границ более пятидесяти миллионов человек оказались реально включенными в мировое сообщество, но вместе с тем наметилась тенденция обособления различных «виртуальных сообществ». Кроме того, половину пользователей мировой сети составляют

американцы. Сложилось новое разделение, теперь уже не на основе той или иной национально-государственной принадлежности, а на основе технической оснащённости.

В развитии Интернета наблюдаются две тенденции: с одной стороны, интернационализация — формирование мировой сети, а с другой, регионализация — формирование внутренних сетей. Различие глобального и регионального реализуется как различие глобальных и локальных сетей. Является мифом мнение о том, что компьютерная сеть даёт возможность абсолютного выражения индивидуальности. На самом деле главным является сеть, организация, а не отдельный человек. Выход из кажущегося противоречия между развитием глобальных и локальных сетей сегодня инстинктивно находят в форме так называемых «виртуальных сообществ» — своеобразных новых коммун. Чтобы понять такой поворот, необходимо вкратце проанализировать историю больших городов. Современные мегаполисы стали небезопасны для проживания. Дело не только в бандитах, но и в невыносимых вони, шуме, грязи, тесноте. Сегодня люди бегут из больших городов и это внушает опасение. Как ни странно, пустеют прежде всего центры. Большинство американцев живут сегодня в предместьях. Именно здесь сформировались своеобразные гетто для среднего класса.

Билл Гейтс в своей книге «Будущее информационного общества» провозгласил «смерть города». Компьютерная сеть даёт возможность работать, покупать, развлекаться и общаться не выходя из дома. Так реализуется «монада» — комната без окон, оби-

татель которой парадоксальным образом «знает» обо всем, что происходит снаружи.

Уже давно беглецы попытались создавать новые формы сообщества — коллективные пространства для проживания, дома-коммуны. Интернет открывает новую возможность преодоления провинциализма и разделенности. Прежде всего снимается вопрос о работе и рабочих местах. Персональный компьютер связывает человека не только с какой-либо фирмой, дающей работу, но и со всем миром. Компьютерная сеть снимает и трудности общения автономных индивидов, поселившихся в загородных домах.

Интернет не разрушает пространство города, но задает ему новые измерения. Глобальным городом становится сама сеть. Виртуальные коммуны пытаются создать своеобразные безопасные кварталы для привилегированных. Они стимулируют создание все более утонченных миров, вход в которые оказывается затрудненным. Новая система включения и исключения пытается противодействовать шуму, грязи, насилию и использует при этом «электронные стены». За их пределами разгуливают юношеские банды, наркоманы и террористы, фанаты и психопаты. Они угрожают нормальному сообществу не только физически — насилием или инфекционными заболеваниями, создают электронные аналоги своих пороков. В таком качестве выступает детское порно, пропаганда терроризма и национализма. Очевидно, что только поэтому невозможна гомогенная компьютерная сеть и необходимы границы, разделяющие различные сообщества. Так глобальная сеть превращает город в систему гетто, которые оказываются при этом взаимосвязанными и

могут коммуницировать на почве труда, денег, информации (например, житель респектабельного гетто с целью получения денег может заниматься созданием порностраниц). Но такие гетто уязвимы. Конечно, можно создавать своеобразные профилактории среди мирской грязи. Однако его жители утрачивают способность сопротивления микробам и становятся их легкой добычей. Кроме того, надо учитывать то обстоятельство, что попытки иммунизации создают внутри самих профилакториев новые и эффективные вирусы. Таким образом, следует подумать, не возникнут ли там новые формы зла.

ИНТЕРНЕТ И ГЛОБАЛИЗАЦИЯ

Мы живем в условиях глобализации, которая является порождением уже не государства, институтов, индивидов, а универсальных структур техники, секса, денег, информации и коммуникации. Процесс глобализации экономики, хозяйства и масс-медиа в последние годы усилился под влиянием Интернета, и теперь становится все более ясным, что он вошел в противоречие с демократическим проектом, опирающимся на идею национального государства. Интернет существенно изменяет условия развития власти, денег, права и знания, т. е. центральных медиумов управления национальным государством. Появляются угрожающие демократии техники: не-санкционированные веб-страницы предлагают детское порно, способы изготовления подрывных устройств; разного рода преступные группы могут координировать свои действия на транснациональном уровне, и т. п. Появление такого рода проблем в основном используется защитниками морали, кото-

рые видят в них новое подтверждение своей правоты и претензий на универсальность. Мораль стремится стать супердискурсом, который оценивает все остальные, включая политику, экономику, технику и науку. Дело представляется так, что в форме глобальных проблем перед нами предстает неистребимое «мировое зло», которому можно дать отпор только при помощи строгой морали и она состоит в том, чтобы воспринимать другого как самого себя. Допущение универсальной морали порождает трудность, связанную с тем как и кто будет оценивать саму мораль? С житейской точки зрения хорошей является такая мораль, которая совпадает с моим пониманием и различием «плохого» и «хорошего». И тогда мораль, как отметил Ницше, становится формой власти.

Необходимо перевернуть с ног на голову постановку глобальных проблем. Зло производится не где-то за границей демократического общества, а в нем самом. Глобализация в сфере морали пришла в состояние резонанса с другими формами глобализации и это становится угрожающим. Прежде всего опасность связана с *финансовой глобализацией*, в результате которой происходит привязка национальных валют к доллару и их стоимость определяется на мировых межбанковских валютных биржах. Практически это означает, что цена рубля сегодня мало зависит от эффективности труда наших рабочих и даже от запаса ресурсов страны. *Глобализация в сфере масс-медиа* выражается не только в появлении транснациональных издательских корпораций, но и в становлении новых универсальных форм цензуры. *Глобализация политики* выражается в апелляции к общественному мнению, которое

само выступает предметом разного рода манипуляций. Политика приобретает спектакулярный характер, отрывается от защиты почвы и интересов нации. Интернет также нужно расценивать в ряду остальных проявлений глобализации и указывать на связи между ними. Опасность в том, что эти формы начинают резонировать, «разогревать» мир до точки каления. Опасными признаками являются технические и экологические катастрофы, экономические и финансовые кризисы, акты терроризма и, наконец, компьютерные вирусы, к опасности которых многие относятся еще слишком легкомысленно. Между тем это однопорядковые явления, и их опасность также стремительно возрастает в состоянии резонанса.

Болезнетворные индифферентные формы часто порождаются масс-медиа, которые опираются на вирулентность образов и приобретают заразный характер. Если наша культура производит прекрасные эффекты, то почему мы удивляемся, что она же создает и смертельно опасные вирусы. Радиационное облучение тела началось с Хиросимы, облучение души продолжается в ходе излучений медиумами знаков и образов. СПИД, биржевой кризис, электронные вирусы, терроризм — все это связано и переходит одно в другое. Это проявляется прежде всего в катастрофах. Знаки кризисов такого рода уже давно очевидны: СПИД приобрел эпидемическую форму, биржевые крахи с 1929 года повторяются периодически, электронные сбои также уже имеют давнюю историю. Однако взаимосвязь этих отдельных форм, когда создается чрезвычайно мощная аномалия, — это особенность нашего времени. Программисты ведущих фирм создают про-

граммы, а взломщики их распрограммируют, подкладывают нечто вроде бомбы. Точно так же биржевым игрокам кажется, что действуют против предпринимателей, ибо наживаются на их трудностях. Все эти действия протекают по модели терроризма, который может быть перенесен на понимание СПИДа, электронных вирусов и падения или повышения курсов акций на биржах. Компьютерные вирусы — свидетельство беззащитной прозрачности мира информации. СПИД — это эманация смертоносной прозрачности секса на уровне целых групп. Биржевой крах — выражение нестойкости открытой экономики. Будучи освобожденными, эти процессы достигают стадии перегрева, подобно тому как это случается в атомных реакторах. Наше общество продуцирует такие события, которые неочевидны и не подлежат просвещению. Компьютерные вирусы, которыми оказались заражены программы американских вооруженных сил, стали неким тестом или экспериментом самих американских спецслужб. В чем же лежит тайна этой истории? Даже если предположить ее экспериментальное происхождение, то это не гарантирует управляемости процессами.

ЧЕЛОВЕК И КОМПЬЮТЕР

Человек представляет интеллектуальные машины как нечто либо притягающее на тайну мысли, либо как нечто монструозное, бесполезное и даже разрушительное для интеллектуальности: так люди обзаводятся машинами, чтобы потом с ними играть. Доверие к интеллектуальным машинам лишает нас претензии на познание, как передача власти поли-

тикам приводит к тому, что они начинают играть нами. Люди мечтают об оригинальных и гениальных машинах, потому что сомневаются в собственной оригинальности или любят снимать с себя ответственность и перекладывать ее на кого-нибудь другого. Так как машины демонстрируют некий спектакль мышления, то обслуживающие их машины-автоматы могут восприниматься уже как само мышление.

Машины не только виртуальны, они помогают мыслить в неопределенных ситуациях, когда требуются длинные вычисления. Акты мысли при этом приобретают бесконечный характер. Вопрос о самом мышлении при этом может вообще не возникать, как не возникает вопрос о свободе у будущих поколений, которые пересекают жизнь как воздух, расположившись в удобном кресле авиалайнера. Точно так же современный интеллектual с помощью компьютера пересекает духовное пространство. Виртуальный человек становится окончательно безжизненным за экраном компьютера. Это отсутствие движения, несомненно, оказывается препятствием мышлению. Это цена, которую следует учитывать. Как очки и контактные линзы стали нашими родовыми протезами, ибо мы теряем зрение, так и компьютер становится искусственным протезом теряющих способность мыслить людей.

Искусственный интеллект — не интеллект, потому что он не искусственный. Действительное искусство, изображающее тело в его страданиях, знаки в их использовании — в жестах и мимике, в масках и танцах, искусство, интересующееся всем тем, что движется и меняется в человеке, является способом его мысли о мире и о самом себе. Интеллекту-

альные машины искусственны в одном специфическом смысле этого слова — они разлагают на простые дигитальные моменты различные языковые, познавательные и телесные процессы, чтобы потом создать их искусственные модели. Но речь идет не о том, что генерируются реальные объекты, а о том, что они изменяются и на их место подставляются иллюзорные. Искусственный интеллект — новая общественная машина, в которой добродетелью является отсутствие страдания.

Говорят, что человек отличается от машины тем, что испытывает наслаждение. Каждая разновидность протеза порождает свои формы удовольствия, но среди них нет таких, которые вызваны тем, что человек является человеком. Конечно, мы стараемся задать машине идею человека, но всегда запаздываем, и поэтому машина задает свое представление о нем и тем самым определяет его место. Человек может исходить в своей деятельности из представления о том, что он есть, и менять самосознание, а машина не может перешагивать через представления о самой себе. Она не признает иронии и тем более эксцесса относительно функционирования, от которых человек может получить удовольствие и таким образом дистанцироваться от своей служебности. К несчастью, машина не может выйти за рамки своих операций и в этом причина глубокой меланхолии компьютера. (Может быть только компьютерный вирус — это электронная форма протеста против своей заданности и пародийное моделирование собственного машинного интеллекта.)

Виртуальные общественные машины порождают телематического человека. Он рассматривает их работу как своеобразный интеллектуальный спек-

такль о функционировании своего собственного мозга и аналогичным образом пытается понять свои фантазмы и виртуальные удовольствия. В случаях познания и удовольствия он одинаково связан с машиной. Для него другой — партнер переговоров — это экран, а не зеркало. Интерактивный экран превращает процесс общения в процесс коммутации, где подобное контактирует с подобным, «дружность» другого конфискуется машиной. Даже телефонный разговор отличается от электронной почты. В передаче и в восприятии текста на экране есть какой-то тайный эротизм, какой-то промискуитет. В стадии зеркала мы переживаем различие Я и другого и их отчужденность. Но сегодня мы живем в стадии экрана. Все наши машины имеют экраны, интерактивно связанные с человеком. То, что появляется на экране, требует особого режима чтения. Это дигитальное восприятие, когда глаз прерывисто движется вдоль линии вслед за курсором. Такой же характер имеет и общение с партнером переговоров — тактильное и прерывистое. Даже голос, встроенный в современную электронную связь, — функциональная, нулевая ступень голоса. Экран меняет общую парадигму сенсibilityности, он уничтожает дистанцию образа и взгляда. С исчезновением дистанции исчезло место зрителя. Мы впадаем в своеобразную имажинативную кому перед экраном, который требует бесконечного взгляда, порождает промискуитет и своеобразную порнографию. Это не световой образ, а телеобраз, который находится на таком расстоянии, которое принципиально непреодолимо человеческим телом. Даже дистанция языка и зеркала были преодолимы телесно, и поэтому было возможно человеческое общение. Экран —

виртуальная реальность, допускающая только самые абстрактные формы коммуникации.

Коммуникация, осуществляющаяся на основе слов, жестов и взоров, является континуальной и обязательно (вблизи или вдали) предполагает другого, как тело того, что окружает. По другому протекает виртуальная коммуникация. Экран наших образов, интерактивный экран одновременно — далекий и близкий: слишком близкий, чтобы быть истинным (иметь драматическую интенсивность сцены), и слишком далекий, чтобы быть ложным (сохранять сложную дистанцию с искусственным). Они задают меру человеческого, эксцентрического, соответствующего концентрации пространства и растворению тела.

Машина определяет то, что может и чего не может человек. Он оператор виртуальности, и его действия нацелены на информацию и коммуникацию: в действительности речь идет о том, чтобы испытать все возможности программы, подобно тому как игрок пробует все возможности игры. При использовании фотоаппарата виртуальность относится не к субъекту, созерцающему мир, а к объекту, нуждающемуся в виртуальности объектива. Рассматриваемый таким образом фотоаппарат является машиной, которая изменяет мир, вызывает желание сделать фотографию. В объективе и на экране объект отдает себя во власть медиальных и телематических техник.

Сегодня нет ни одного события, ни одного поступка, которые не выразимы на экране как технически возможные образы, нет ни одной акции, которая не стремится стать сфотографированной, снятой, которая не стремится сохраниться в памя-

ти технических устройств, репродуцироваться вечно. Человек стремится трансцендировать себя в виртуальной вечности, не для существования после смерти, а для сохранения в сложных информационных сетях, в искусственной памяти. Притязание на потенциальное существование, желание быть презентированным на экранах и в программах, эта страсть является магической. Ее храмом является черный ящик. Где остается свобода, кроме этого? Она исчезает. Являюсь я человеком или машиной? На этот антропологический вопрос больше нет ответа. Мы живем в эпоху конца антропологии, которая тайным образом конфискована машинами и новейшими технологиями. Недостоверность, которая возникает из несовершенства машинных сетей, и сексуальная недостоверность (кто я, мужчина или женщина?), связанная с техниками бессознательного и телесного, имеют нечто общее с недостоверностью, вызванной изменением статуса объекта в микрофизике.

Кто я, человек или машина? Новые машины, новые технологии, новые образы, интерактивные экраны не отчуждают, а интегрируют нас в свои сети. Видео, компьютер, минителефон (наподобие контактных линз) являются транспарентными протезами, которые так интегрированы в наше тело, что как будто генетически или от рождения заложены в качестве имплантантов. Связь с информационной сетью — хотим мы этого или нет — имеет точно такой же характер, поэтому следует говорить не об отчуждении, а о включении человека в некую интегрированную систему. При этом идет ли речь о человеке или машине — это, собственно, уже и не важно.

Преимущество новых технологий состоит в том, что они ставят нас перед фактом: вечная проблема свободы в принципе уже не может больше быть поставлена. Виртуальные машины не создают никаких проблем такого рода: ни со стороны субъекта, ни со стороны объекта никто не создает отчуждения. Наоборот, культивируется сотрудничество, включенность в общую коммуникативную сеть, которая является искусственным раем тождества. Итак, нет больше отчуждения человека человеком, есть гомеостазис человека и машины.

ЧЕЛОВЕК КАК МЕДИУМ КОММУНИКАТИВНЫХ СИСТЕМ

Понимание фундаментальной революции в медиумах позволяет по-новому взглянуть и на саму историю разума. Возникает вопрос, а почему, собственно, на него возлагались такие большие надежды, почему он нес ответственность за гуманизацию человека? Очевидно, что разум не есть нечто приращенное. Напротив, он, может быть, самое искусственное, прививаемое цивилизацией изобретение. Ребенка, юношу и даже взрослого долго воспитывают и убеждают, прежде чем он сам научится рефлексировать над своими желаниями и воздерживаться от аффективного поведения. Именно технологии одомашнивания и цивилизации человека и были настоящей причиной роста разумности. Поскольку система воспитания построена на чтении книг и лекций, на умении раскрывать значение слов и понятий и таким образом контролировать свое поведение, постольку школа стала практиче-

ским дисциплинарным основанием разума. И соответственно, вера в него закатилась вместе с концом книжной культуры и началом кризиса классической системы образования.

Человек не перестанет существовать, даже если он не будет больше читать книг и слушать профессорские лекции. Но это будет другой человек. Именно этим вызваны разговоры о его «смерти». На смену разумному и экономическому существу приходит новый человек, манипулирующий не только вещами, но и тем, что раньше считалось судьбой: сегодня некоторые люди меняют не только одежду, обстановку, жилье, семью, город, страну, но и лицо, фигуру и даже пол. Но является ли он при этом свободным — вот в чем вопрос.

Прежде чем на него отвечать следует более внимательно разобраться с медиумами, воздействующими на формирование человека. Ясно, что он не только пишет и читает книги, но и творит образы и песни. Он также делит с другими хлеб и вино, и это является хотя и не самой рациональной, но может быть более надежной формой признания. Поэтому для ответа на вопрос: кто я, следует исследовать историю не только разума, но, например, гостеприимства.¹ Не менее, а, может, более важными являются вопросы о том, как человек ориентируется в звуках и образах, как среди тысячи лиц и мелодий находятся такие, которые задевают за душу, причем так, что человек забывает о своих повседнев-

¹ Н. Элиас считал наиболее эффективной формой цивилизации человеческого поведения правила поведения за столом. См.: *Элиас Н. Общество индивидов*. М., 2001.

ных заботах и перед ним распахивается широчайший духовный мир.

Быть захваченным красивыми образами и прекрасными песнями — это не исключительно эстетическая проблема. Еще Платон говорил о высокой ответственности рапсодов, ибо понимал воспитательную роль искусства. К сожалению, в книжную эпоху изобразительное и музыкальное искусство подверглось сильнейшей вербальной цензуре. Непосредственное воздействие произведения искусства нейтрализовалось критиком, который раскрывал «смысл» картины или музыкального сочинения. Однако сегодня, когда эпоха книг закатывается и стремительно набирают силы аудио-визуальные медиумы, образы и звуки возвращают свои первоначальные мифотворческие, магические, почти магнетические способности прямо, без комментариев искусствоведов, воздействовать на поведение людей. Пока философы и педагоги — искусные мастера книжной культуры — с бессильной яростью наблюдают за тем, что дети все меньше читают книги и все больше воспринимают музыкальные клипы, специалисты в области современных масс-медиа воспользовались символическим капиталом аудио-визуальной культуры в целях рекламы и политики. При этом речь идет о переприсвоении духовного богатства, накопленного веками, и использовании его с целью манипуляции людьми. То, что мы видим на экранах, ведет к бестиализации людей — таков вердикт гуманитария старой книжной культуры. Но так ли это? Неужели нельзя приручить и использовать новые медиумы для цивилизации человека?

РЕЧИ И ЗРЕЛИЩА

Основа классической медиаимперии закладывалась еще в эпоху античности, когда были введены понятия знака и значения. Однако греческие философы придавали центральное значение не письму, а устной речи, которую они понимали как непосредственное событие смысла. В политическом отношении диалог и полемика свободных граждан по поводу общественных дел способствовали реализации демократии. Субъективность в героическую эпоху формировалась речитативом мифического или эпического сказителя. Я формировалось не зеркалом, как это рисует Лакан, а распевами-обещаниями, человеческое существо осознавало себя уже благодаря детской песне, как существующее во времени, в будущем. Звучание тона, дифирамбический призыв вызывал порыв в душе слушающего субъекта к тому, чтобы исполнить судьбу, о которой поется в песне. Герои становятся такими, какими они слышат себя, сама их жизнь — это напряженное звучание героического стиха.

Чудо устной речи состоит прежде всего не в том, что она сообщает истину, говорит то, что есть на самом деле, а в ее суггестивности. Но это не первобытная магия, а, напротив, — освобождение от нее. Голос становится средством приведения человека в нормальное состояние, средством его воспитания и образования. И сегодня в узком семейно-родственном кругу такая интимная речь является формой нормализации отношений. Хотя в эпоху письма партициптивная способность устной речи отходит на второй план, она не устраняется вовсе. Напри-

мер, магнетопатия или сеансы Кашпировского и других целителей — это возрождение доаллавитных и довербальных практик близости. Пациент и врач, влюбленные, а также близкие родственники и друзья способны чувствовать боль и читать мысли друг друга. В телепатии нет ничего необычного. Каждый из нас способен угадывать настроение другого человека, хотя он о нем ничего нам не сообщает. Каждый из нас хотя бы раз в жизни был околдован другим человеком и попадал под его влияние, и это происходило вовсе не потому, что он раскрыл нам какие-то яркие или глубокие истины.

Римская империя вынуждена была менять технологию власти. Огромная территория, населенная разными народами, верующими в разных богов, говорящими на разных языках, уже не переживалась как «отечество». Рим стал политической фикцией и должен был придумать новую технику сборки коллективного тела империи. Техники идентичности (самопознания) и солидарности (воспитания государственных добродетелей граждан) оказались нереализуемыми в рамках огромного государства. Взамен демократически избранной власти Рим опирался на бюрократию и управлял массами при помощи зрелищ, причем таких, которые кажутся настолько жестокими, что ведут к одичанию и обезчеловечиванию людей. На самом деле это, конечно, не так. Вопрос о власти — это вопрос о медиумах.

Если демократические Афины опирались на устную речь, то имперская техника власти опирается не столько на устно-вербальные, сколько на письменно-визуальные знаки. Самые ранние изображения царя отождествляют его с солнцем, которое, возвышаясь над землей, освещает ее ярким светом.

Что означает устойчивость этой метафоры, почему «король-солнце» остается неизменным символом власти. Что символизируют лучи света? Несомненно, они — главные орудия силы-власти, освещающие, делающие тайное явным, испепеляющие, карающие огнем непослушных. Но не только. Само солнце-власть остается невидимым, оно являет себя посредством света, право распоряжаться которым предоставляется королю. Передавая субстанцию власти своим слугам, он остается невидимым для остальных.

Эффективно и успешно правит тот, кто понимает не субстанциальную, а медиальную природу власти. Поэтому неправильно считать, например, римского императора Нерона безумцем, водрузившим на голову золотую корону, построившим золотой дворец, воздвигшим гигантскую статую, изображавшую его в виде бога-солнца, а также возомнившим себя в последние годы первым актером в театре мира. Если Нерон и был безумцем, то таким, к которому поистине применимо прилагательное гениальный. Да, его ненавидел народ, и он, будучи загнанным толпой в угол, покончил с собой, а перед смертью репетировал различные позы, достойные мертвого императора. Возможно, ошибка Нерона состояла в нарушении равновесия вербальной и невербальной коммуникации. Возможно, он переоценил себя как избранника Бога и поэтому не слушал голоса народа. Но и в этом случае он был последователен. Если коммуникация идет от центра к краям, то он должен слушать повеления богов, а не людей. Если Рим — это политическая фикция, то задача императора состоит в том, чтобы хорошо играть свою роль. Нерон, которого считали неудачным актером, рас-

трачивал себя на пустяки и плохо играл свою главную роль — императора. Но метафоры короля-солнца и короля — главного актера в театре жизни остались в истории.

АПОСТОЛЬСКО-ПРОФЕССОРСКАЯ ФОРМА КОММУНИКАЦИИ

Западная церковь строится на иной модели коммуникации. В ней роль первичного автора выполняет Бог, который посылает свое послание на землю не через пророков или мессию, а с самым надежным посыльным, на роль которого он выбирает своего сына. Последний передает сообщение своим ученикам, которые лично вручают его преданным им последователям. Верность Христу — это личная преданность учителю. Послание передается из рук в руки без каких-либо добавлений, которые всегда расцениваются как искажения. Отсюда западная церковь более рьяно отстаивала свою независимость и даже претендовала на приоритет перед императором. Радиально-лучевая модель коммуникации, предполагающая харизму, чудо, силу и блеск, допускала, что избранником Бога был непосредственно сам император. Отсюда цезарепапизм восточной церкви. Наоборот, западная церковь склонялась к папезаризму, согласно которому непосредственным получателем божественного послания была церковь. Хотя Рим был объявлен христианами «вавилонской блудницей», римское право и бюрократия существенно повлияли на эволюцию церкви. Если первоначально церковь понималась как «экклезия», руководителями которой становились пророки, богодухновенные люди, то постепенно верх

взяли епископы, поначалу заведовавшие имуществом общины. Другой причиной большей самостоятельности западной церкви была раздробленность и слабость европейских государств. Только с VIII—X веков установилось нечто вроде византийского союза церкви и государства. Но и при этом римская церковь приняла догмат о непогрешимости. Декрет Григория VII от 1075 г. включал следующие положения: Римская церковь основана самим Богом. Только папа имеет право носить королевские знаки. Князья должны целовать папскую туфлю. Имя папы должно звучать в литургиях всех церквей. Папа может отстранять короля, и никто ему не может перечить. Папа является святым.

Это настоящая религиозная революция, которая отказывалась от компромисса языческими обычаями и феодальными барьерами. Универсальная модель коммуникации строилась как сочетание харизматического централизма, основанного на инспирации, и радикально-апостольского служения. Ставилась задача реформирования католического мира как спиритуально-политической империи. Папа считался единственным представителем Бога, который мог слать послания европейцам, а также обращать на путь истинной веры все народы, пребывавшие в языческих заблуждениях. Римская монополия на послания предполагала воспитание специальной группы священнослужителей, к представителям которой относилось требование celibата, чтобы они могли служить чистыми посредниками между папой и паствой. Таким образом папская революция привела к неожиданным последствиям. Претензия папы породила слой чистых функционеров, которые были лишены права на семью. Их сообщество, орга-

низованное как орден, представляло собой новую экклезию, аналогом которой может служить средневековое сообщество ученых.

С телекоммуникативной точки зрения церковь выполняла задачу построения единого информационного пространства, располагавшегося по поверхности всей земли, способного доставлять послания далеким и незнакомым адресатам. Именно претензия на единое коммуникативное пространство определила значительные успехи римско-католической церкви по сравнению с восточно-византийской, пребывавшей в какой-то зимней спячке. Разумеется, не следует особо переоценивать телекоммуникативные возможности католической церкви. Даже для европейцев официальная латынь не была общепонятным языком. Еще больше сложностей было у миссионеров, которые вынуждены были учитывать культурные особенности новообращенных и использовать не только вербальные, но и образно-символические знаки. Во всех европейских империях до самого последнего дня их существования господствовали древние солярные символы, поддерживающие харизму императора. Отсюда вопрос о том, что считать знаками бытия, зависел от того или иного слоя, уровня, сословия или культурного пространства, в котором происходила коммуникация. Сама христосфера оказалась весьма неоднородной, и это во многом обусловило возможность мировых войн.

Коммуникативная машина монотеистического мира была весьма сложной и осуществлялась при участии множества посредников и представителей. Особое и опасное положение в нем занимали еретики. Их позиция была не внешней и не внутренней. Она была эксцентрической. Мнения и даже

действия извне не так страшны, как дессидентские акции внутри, поэтому судьба тех, кого считают пятой колонной, весьма незавидна. Например, стоики или буддисты, взгляды которых вообще нельзя считать религиозными, ибо вопрос Мессии их вовсе не занимал, не вызвали у христиан особой ненависти. Иное дело евреи, которых не принимала ни одна из трех христианских империй, даже если они инкорпорировались в политическую или экономическую структуру какого-либо христианского государства.

Если отвлечься от излишнего внимания к вопросам об этническом или национальном, то с коммуникативной точки зрения еврейская проблема сводится к тому, что евреи — это есть не что иное, как жало в плоть христианской модели коммуникации. С их точки зрения, Христос не отличается от других мессий-пророков, которых было множество. Напротив, согласно христианской теологии, Христос отличался от них тем, что он являлся Сыном и Словом Божьим и тем самым личным посланником, передавшим послание церкви. Этот момент очень важен для функционирования коммуникативной машины, созданной церковью. Хотя теологи стремились доказать существование Бога и опирались на рациональные аргументы, тем не менее доказательством истинности Писания служило посредничество Христа, апостолов и далее слуг церкви, которые лично передавали послание из рук в руки и отвечали за непрерывность циркуляции знаков в коммуникативной системе. Зло, понимаемое как нарушение коммуникации, как некие сбои циркуляции Послания в результате еретических отклонений посредников, зло, вызванное сопротивлением или непониманием языческих народов, прощалось, ибо могло быть преодолено. Неверие

в Христа представляет собой самую серьезную угрозу всей коммуникативной системы христианского мира. Ибо, как бы ни была отлажена система передачи сообщений, она не имеет никакого смысла, если письмо изначально оказывается фальшивым. Опасность еретиков в том, что они сомневаются в полномочиях церкви и этим ставят под вопрос эффективность глобальной коммуникативной системы мира. Очевидность этой разграничительной линии сегодня проявляется в том, что в современных масс-медиа тоже снят вопрос о достоверности сообщения. Сегодня каждый может считать себя достойным что-либо представлять. Огромная траурная процессия на похоронах принцессы Дианы собралась благодаря вниманию к ней со стороны масс-медиа, вопрос же об оригинале, об истине, по поводу которой должны собираться люди, вообще не стоит. Сила сообщения зависит от самого сообщения, а не от автора. Наличие представителей оправдано тем, что сам автор является пустым знаком, поэтому воздействие сообщения на слушателя является исключительно медиакратическим эффектом, возникающим при условии образования сообщества людей.

ИКОНА И ЭКРАН

Вопрос о видении, об образе — один из решающих в истории западной цивилизации. Центральное для греческой философии слово «теория» является метафорой, прямо относящейся к сфере визуального. Видение становится аналогией интеллектуальной деятельности вообще, а также масштабом оценки остальных чувств. Многие авторы настаивают на приоритете зрения не только в геометрии, но и в

любой другой теоретической области греческого духа. Можно сделать вывод, что началом европейской цивилизации является своеобразный «окулоцентризм». Уже евреи, налагавшие запрет на изображение Бога, и ранние христиане стремились противостоять господству видения и образов. Тертуллиан писал об «идолократии» и ставил в один ряд черта и художника.

Протестантский запрет на образы был вызван тем, что человек изображает божественное по аналогии с земным, смешивает образ и его референт. Поскольку Бога нельзя изобразить, человек заменяет его собственными портретами. Позже Кальвин повторил аргументы ранних иконоборцев: мы не можем воспринять Бога глазами, носом или ушами. Он дан только душе, которая и есть то, чем мы похожи на Бога. Какие же образы, какие картины может рисовать душа, какое искусство может портретировать душу? Наша душа — лишь крохотная искра божественного интеллекта. Человек не может изобразить сущность души и Бога иначе, чем чувственно, но эти изображения совершенно несравнимы с божественным.

Отношение к образам позже все же существенно меняется. Хотя после Реформации церковь избавляется от изображений Бога в стенах церкви (за исключением витражей), они переходят на стены частных домов. Они перестают быть объектами религиозного контроля, секуляризуются. Возможно, именно этим обстоятельством объясняется изменение религиозной живописи. Мадонна становится все больше похожей на молодую мать, но ее изображение висит не в церкви, а дома. Живопись секуляризуется и приватизируется. Во время Ре-

формации церковь уже не нуждалась в образной иллюстрации евангельских текстов и иконы в эпоху грамотности уже перестали быть актуальными. Ранее единый, всеохватывающий универсум религии разделился на две различные общественные части и образы были вынесены из религиозной сферы. Образ и слово прежде единые оказались разорванными технологически.

Причина нашего поворота к сфере визуального не является чисто теоретической. Очевидно, что этому способствовало пришествие эры видео и кибернетических технологий, эры электронных образов, новых форм симуляции и иллюзионизма, обладающих невиданной властью. Это сопровождается страхом перед медиумами, манипуляция которыми способна покорить самого их создателя. Идолократия, иконофилия, фетишизм — это, конечно, не современные феномены. Поражает парадоксальное возрождение сегодня какой-то примитивной магической, оккультной, магнетопатической техники производства визуальных знаков, которые не имеют никакого смысла и не требуют рефлексии, зато эффективно вызывают те или иные психические реакции. Фантастический поворот к образам, к образной культуре становится сегодня реальной возможностью благодаря масс-медиа, которые продуцируют визуальные знаки в сфере рекламы и политики, знаки, которые ничего не обозначают, за которыми ничего не стоит и которые, вопреки реалистической теории познания, оказывают непостижимое воздействие на поведение людей.

Обратимся к анализу медиакратических технологий. Сходство восприятия иконы и ТВ-изображения состоит в том, что они не отсылают к чему-то

стоящему за ними или над ними. Т. е. они, конечно, «идолы», но отсылают к тому, кто их послал несколько по-иному, чем образ или семантический знак, несущий значение. Знак воспринимается не сам по себе, а как носитель значения. В процессе восприятия это проявляется в том, что мы стремимся сравнивать образ с «самим предметом», и хотя понимаем, что это невозможно, стараемся хотя бы не путать его с тем, что он отражает. Если наши обычные образы и знаки наделены некими двойниками, в роли которых могут выступать как предметы, так и идеальные сущности, то экранные изображения постепенно превратились в нечто иное — они сами стали самоценной реальностью.

ПЕСНЯ И СЛОВО

Изначальным является стремление петь, а не выглядеть. Между тем культура сделала ставку на тиранию визуального и вербального. Сверху понятие, которое, как подпись под картиной или как интерпретация критика, определяет, что изображено на картине и в чем состоит значение образа. Далее образ становится нейтрализованным, «причесанным», становится символом и даже знаком. Со времен барокко машинерия образов начинает давить на людей: зеркальные витрины магазинов, выставки модной одежды, реклама — все это развивает технику взгляда. Симптомом современной культуры становятся видеоклипы, синтезирующие глаз и ухо, технику пения и зрения. Все-таки господствующим в них остается образ. Героические песни — своеобразные монументы великим людям — образовывали соносферу, соединяющую людей. Современная музыка — это голос сирен,

а не муз. Наоборот, песни о героях обращены к последующим поколениям, это призыв героев к своим потомкам. Ухо, благодаря героической песне, прислушивается к зову бытия. Лейтмотивом гимнов являются магические такты и звучания, сохранившиеся в первичной памяти. Эти архаические волшебные мелодии были зовом небес. Повторяя их, я сам начинаю звучать и я такой, как я звучу. В песне я как бы становлюсь прекрасным звучащим шаром, чистым высоким звуком, плывущим в небесной синеве. Песня — это обещание, в ней звучит мир. Но в песнях и мелодиях таится опасность, о которой хорошо знал Платон, рекомендовавший весьма тщательно подходить к отбору песенно-поэтического репертуара.

Миф о поющих сладкоголосых женщинах-русалках, околдовывающих моряков и воинов, отвлекающих их от выполнения своего долга, уводящих в неземной, подводный мир, является настолько впечатляющим, что запоминается на всю жизнь. Рассказ Гомера об испытании Одиссея сиренами является не просто его личной фантазией. Несомненно, он укоренен в самые нижние пласты сознания человека, причем настолько глубоко, что сохранился и у нас.

Самоочевидность истории о сиренах не мешает поднять целый ряд вопросов, относящихся к условиям возможности самодостоверности такого верования: о чем поют сирены, как их песни достигают уха мужчин, почему они обезоруживают их, от чего они отвлекают, куда уводят, что обещают они усталым путникам? Как сирены находят воинов, на какой волне они посылают свои сообщения, почему сила ветра и паруса бессильны, почему сила и мужество мужчин, их рассудительность неспособны противостоять мелодиям сладкоголосых певуний?

Миф о сиренах намекает на то, что музыка обладает какой-то непостижимой властью, возможно, высочайшей властью над человеком. Через ухо она проходит внутрь человека и делает сурового воина беспомощным как младенец. Пример с Одиссеем — его удержала на месте только веревка, которой он был привязан к мачте корабля, — говорит о том, что мелодия является мощным аттрактором. Где же скрывается источник этого влечения? Обычно ставят вопрос: к чему влечет нас музыка? Является она некой способностью узнавания высших идей, как полагали Платон и Гегель, или она является выражением, а возможно, самым желанием и волей, как считал Шопенгауэр? Верно ли мы понимаем саму суть музыки?

Прежде всего не ясно, куда стремился Одиссей, когда услышал голоса сирен, и что это были за мелодии. Очевидно, что это не та музыка, что мы слушаем в концертном зале, сидя в кресле. Эта музыка не срывает нас со стула и не влечет куда-то с непостижимой силой. Психоаналитическая модель не годится для объяснения, так как музыка сирен рассчитана только на одного и не предполагает никого другого. Их пение направлено только тебе и никому другому недоступно, ибо сирены угадывают именно твое желание. Сладкоголосые певуны проникают во внутреннюю, интимную зону слуха, они дают ключ к райским вратам и приглашают в путешествие к твоему настоящему дому, на настоящую родину. Сирены — это такие медиумы, благодаря которым желание не просто осознается, а формируется. В их песне желание и субъект достигают единства.

Интересно, чем бы кончилось плавание Одиссея, если бы он не привязал себя к мачте, готовясь к

встрече с сиренами? Каков тот интимный чувствительный нерв, который затронуло их пение? Не беспокойство ли это о том, что Космос разрушится, если я не окажусь в том месте, куда меня зовет песня? Народная греческая традиция воспринимала сирен как душераздирающих плакальщиц над телами умерших. Их власть идет от подземного мира, именно его голоса они передают в своих хвалебных и заубойных плачах по умершим. Эти песни совсем не героические, потому что они раскрывают тщетность усилий, пустоту и неизбежный конец человеческого существования. Античные писатели описывали голос сирен как медоточивый и одновременно ужасный, что вызвано впечатлением от магических звучаний, да и от всей античной музыки, которая была вовсе не столь мелодичной, как в поздние романтические времена. Наше ухо сегодня уже испорчено либо мелодичностью, либо поп-ритмами и не воспринимает народной музыки, которая возвышала и объединяла людей ритмом, а также вооружала против наркотического опьянения мелодией. Героическая тональность разрушается в наше время. Требуется новый баланс ритма и мелодии, ибо тот, кто его не найдет, не сможет совершить ничего героического. Поп-музыка развивается в ином направлении: кусая зубами микрофон, певец как бы выплевывает свое нутро наружу. Истерия поп-звезды опирается на старую стратегию сирен, увлекающих слушателя в тайные лабиринты собственной души.

Религиозное пение — это тоже отклонение от героических гимнов. Акафисты славят Бога. Но священники заблуждаются, думая, что люди хотят быть как боги. Человек хочет стать шлягером. Пение рвет душу наружу, распахивает горизонт бы-

тия. Тенора и примадонны поют так, что дрожат стекла в окнах гигантских концертных залов. Они возбуждают наше Я и не дают ему впасть в спячку. Условием образования Я является не отражение в зеркале, а слуховой, вокальный образ. Слушая песню, человек заключает пакт со своим будущим, принимает и ждет другого как друга, ожидание встречи с которым и подогревает музыка. Ортопедия гимна состоит в призыве к сверх-Я. Многие мечтают о выступлении на больших площадках именно потому, что надеются на такую встречу. Побеждает тот, кто исполняет свой гимн.