

Карл Эдуард Саган
Эволюция мозга. Драконы Эдема

эврика



ЭВОЛЮЦИЯ МОЗГА

Карл Саган

Драконы
Эдема



Текст предоставлен правообладателем
 «Эволюция мозга: Драконы Эдема / Карл Саган ; [пер. с англ. Н. Левитиной]»:
 Пальмира; Санкт-Петербург; 2018
 ISBN 978-5-521-00832-2

Аннотация

Книга американского ученого популярно рассказывает о том, как наука пытается раскрыть тайну происхождения и формирования человеческого разума.

Карл Саган Эволюция мозга: Драконы Эдема

МОЕЙ ЖЕНЕ ЛИНДЕ С ЛЮБОВЬЮ

CARL SAGAN
 The Dragons of Eden
 Speculations on the evolution of human intelligence

Перевела с английского Н. С. Левитина

Место людей – между богами и зверьми.

Плотин

Основное заключение, к которому приводит это сочинение, а именно что человек произошел от какой-то низко организованной формы, покажется многим – о чем я думаю с сожалением – крайне неприятным. Но едва ли можно усомниться в том, что мы произошли от дикарей. Удивление, которым я был охвачен, увидев в первый раз кучку туземцев Огненной Земли на диком, каменистом берегу, никогда не изгладится из моей памяти, потому что в эту минуту мне сразу пришла в голову мысль: вот каковы были наши предки. Эти люди были совершенно обнажены и грубо раскрашены; длинные волосы их были всклокочены, рот покрыт пеной, на лицах их выражались свирепость, удивление и недоверие. Они не знали почти никаких искусств и, подобно диким животным, жили добычей, которую могли поймать; у них не было никакого правления, и они были беспощадны к любому, кто не принадлежит к их маленькому племени. Тот, кто видел дикаря на его родине, без особо большого стыда готов будет признать, что в его жилах течет кровь какого-нибудь более скромного существа. Что касается меня, то я бы скорее желал быть потомком храброй маленькой обезьянки, которая не побоялась броситься на страшного врага, чтобы спасти жизнь своего сторожа, или старого павиана, который, спустившись с горы, с триумфом отнял своего молодого товарища у стаи удивленных собак, чем потомком дикаря, который наслаждается мучениями своих неприятелей, приносит кровавые жертвы, убивает без всяких угрызений совести своих детей, обращается со своими женами, как с рабынями, не знает никакого стыда и предается грубейшим суевериям.

Человеку можно простить, если он чувствует некоторую гордость при мысли, что он поднялся, хотя и не собственными усилиями, на высшую ступень органической лестницы; и сам факт, что он на нее поднялся, а не был поставлен здесь с самого начала, может внушать ему надежду на еще более высокую участь в отдаленном будущем. Но мы не занимаемся здесь надеждами или опасениями, а ищем только истину, насколько наш ум позволяет ее обнаружить, и я старался по мере моих сил привести доказательства в ее пользу. Мы должны, однако, признать, что человек со всеми его благоприятными качествами, сочувствием, которое он распространяет и на самых отверженных, доброжелательством, которое он простирает не только на других людей, но и на последних из живых существ, с его божественным умом, который постиг движение и устройство Солнечной системы,

человек – со всеми его высокими способностями – тем не менее носит в своем физическом строении неизгладимую печать своего низкого происхождения.

Чарлз Дарвин.

Происхождение человека

Я брат драконам и спутник совам.

Книга Иова

Вступление

Говоря по чести, разве не должен говорящий знать правду о том предмете, про который он говорит?

Платон. Федр

Я не знаю ни у древних, ни у современных авторов ничего, что хоть как-то соответствовало бы предмету, которым я занят. Ближе всего к нему подводит мифология.

Генри Дэвид Торо. Дневник

Джекоб Броновски принадлежат к тому весьма ограниченному кругу людей, которые в любом возрасте относятся ко всем накопленным человечеством знаниям – к искусству и науке, философии и психологии – как к чему-то интересному и доступному для постижения. Он не ограничивал себя рамками одной какой-то научной дисциплины, а, напротив, сумел увидеть всю панораму усвоенной людьми информации. Его книга и телевизионный сериал, одинаково названные «Восхождение Человека», служат не только превосходными инструментами для обучения, но и замечательными памятниками своему создателю. В известном смысле они рассказывают о том, как совместно выросли человек и его мозг¹.

Последняя глава книги и соответственно последний эпизод в телепередаче, озаглавленные «Это долгое детство», описывают длительный период времени – больший по отношению ко всей продолжительности жизни у людей, чем у всех других видов, – в течение которого молодежь зависима от взрослых и проявляет огромную пластичность, то есть способность усваивать уроки, которые дает как естественная, природная среда, так и среда, созданная людьми. Большинство организмов, живущих на Земле, в значительно большей степени зависят от наследственной информации, заранее «заложенной» в их нервную систему, нежели от внегенетической информации, приобретаемой ими за время жизни. У людей, да и вообще у всех млекопитающих, дело обстоит по-иному. Хотя наше поведение все еще в значительной мере управляется генетическим наследием, у нас есть уже намного больше возможностей, призвав на помощь свой разум, проложить новые поведенческие и культурные тропы за весьма короткое время. Мы как бы заключили сделку с природой: по этой сделке мы уступили природе ту относительную легкость, с которой низкоорганизованные существа плодятся и размножаются, не имея при этом никаких забот о сохранении и воспитании потомства; зато взамен природа наградила наших детей способностью постигать мир, что подняло на качественно новый уровень шансы на выживание всего человеческого рода. Благодаря этой способности на самом последнем этапе своего существования на Земле (он составляет лишь несколько десятых процента от всего

¹ Джекоб Броновски – популяризатор науки и литературовед, поляк по происхождению. Учился в Кембридже, преподавал в университетах, читал курс лекций в Массачусетском технологическом институте. Из книг, обращенных к массовому читателю, наиболее известны «Наука и человеческие ценности», «Восхождение Человека» (по этой книге была сделана серия популярных телевизионных передач, о них и говорит К. Саган). – Перев.

периода человеческого существования) у нас появилось внегенетическое и внесоматическое знание: были изобретены различные способы накапливать информацию вне человеческого тела, среди которых письменность является наиболее яркий пример.

Эволюционные или генетические изменения происходят крайне медленно. Требуется, вероятно, сто тысяч лет, чтобы из одного вида развился другой, и при этом разница в поведении двух близкородственных видов – скажем, львов и тигров – не представляется очень большой. Примером недавней эволюции органов человеческого тела могут служить пальцы наших ног. Большой палец играет важную роль в сохранении равновесия при ходьбе, значение других пальцев ног намного меньше. Совершенно очевидно, что они развились из пальцеподобных отростков, служивших для хватания и лазания, как у живущих на деревьях обезьян. Прошедшая эволюция, занявшая около десяти миллионов лет, представляет собой респециализацию – приспособление системы органов, первоначально развивавшихся для выполнения одной функции, к выполнению совершенно иной функции. (Стопа горной гориллы претерпела сходную, хотя и совершенно независимую, эволюцию.)

Но сегодня **мы не имеем права** ждать десять миллионов лет, пока сами собой наступят новые улучшения. Мы живем в такое время, когда наш мир изменяется столь стремительно, как никогда ранее, и, хотя изменения эти по большей части дело наших собственных рук, пренебрегать ими невозможно. Нам необходимо научиться прилаживаться и приспосабливаться к этому миру и одновременно управлять им, иначе мы погибнем.

Только внегенетическая обучающаяся система может справиться с быстро меняющимися обстоятельствами нашей жизни. Таким образом, быстрая эволюция человеческого разума есть не только причина многих серьезных проблем, ставших ныне перед человечеством, но и единственный мыслимый способ разрешить их. Лишь понимание природы и путей развития человеческого разума дадут нам возможность вести себя разумно в неизвестном и опасном будущем.

Эволюция разума интересует меня также и по другой причине. Впервые за всю историю человечества в руках у нас оказалось теперь такое мощное оружие, как большой радиотелескоп, способный передавать сообщения на огромные межзвездные расстояния. Мы лишь начали использовать его, робко и неуверенно, но настойчиво убыстряя темп исследований, чтобы выяснить, посылают ли нам свои радиосигналы другие цивилизации из невообразимо далеких и загадочных миров. Само существование этих цивилизаций, равно как и характер тех посланий, которые они могут направить нам, зависят от того, универсален ли тот путь развития, которым прошел разум на Земле. Понятно, что изучение эволюции земного разума может подарить нам намеки или озарения, полезные для исследования внеземного разума.

Я имел честь и удовольствие прочитать первую лекцию по естествознанию, посвященную памяти Джекоба Броновски, в ноябре 1975 года в университете Торонто. Работая над этой книгой, я существенно расширил рамки той лекции, что, в свою очередь, дало мне приятную возможность узнать кое-что о предметах, в которых я не являюсь специалистом. Я не смог устоять перед искушением объединить часть того, что я узнал, в единую картину и предложить некую гипотезу о природе и эволюции человеческого разума, которая может оказаться новой или, во всяком случае, не обсуждавшейся широко ранее.

Предмет этот труден. По образованию я биолог и много лет работал над проблемой происхождения и раннего развития жизни, но в том, что касается, например, анатомии или физиологии мозга, багаж моих знаний невелик. Поэтому я не без тревоги излагаю здесь свои идеи, ибо отлично понимаю, что многие из них умозрительны и могут быть доказаны или опровергнуты лишь в горниле эксперимента. Но так или иначе, проведенные исследования дали мне возможность заглянуть в новую увлекательную область знаний. Быть может, эти строки побудят кого-либо проникнуть в нее более глубоко.

Живое эволюционирует путем естественного отбора – в этом суть блестящего открытия, сделанного Чарлзом Дарвином и Альфредом Расселом Уоллесом в середине XIX столетия (и насколько мне известно, именно принцип естественного отбора отличает как раз

биологические науки от физических)².

Красота и элегантность современных форм жизни обязана своим происхождением естественному отбору, в результате которого выживали и размножались те организмы, что случайно смогли приспособиться к своему окружению. Эволюция столь сложного органа, как мозг, неизбежно должна быть многими нитями связана с ранней историей жизни, с неравномерностью ее развития и тупиковыми направлениями, с извилистым путем приспособления организмов к условиям среды, постоянно менявшимся и тем самым ставившим на грань гибели те формы жизни, которые ранее идеально приспособились к окружающему миру. Эволюция случайна и непредсказуема. Лишь благодаря гибели огромного количества недостаточно приспособленных организмов мы вместе с нашим разумом и всем остальным, что у нас есть, живем сейчас на Земле.

Биология больше напоминает историю, нежели физику: прошлое с его ошибками, разного рода случайностями (благоприятными и неблагоприятными) во многом предопределяет настоящее. При подходе к такой сложной биологической проблеме, как природа и эволюция человеческого разума, я буду больше уделять внимания аргументам, которые вытекают из анализа развития мозга.

Моя основная посылка в рассуждениях о мозге состоит в том, что его деятельность, которую мы иногда называем сознанием, определяется только его анатомией и физиологией, и ничем более. Сознание может быть следствием работы частей мозга, действующих по отдельности или вместе. Какие-то процессы могут быть функцией целого мозга. Похоже, что некоторые исследователи данного предмета пришли к заключению, что раз уж им не удалось выделить и локализовать все высшие функции деятельности мозга, то это не удастся и всем грядущим поколениям нейроанатомов. Но отсутствие доказательств какого-либо факта не является доказательством отсутствия этого факта. Недавняя история биологии свидетельствует, что все мы представляем собой в известной степени взаимодействие чрезвычайно сложно организованной совокупности молекул. В той части биологии, что считалась ранее святой святых – изучение природы наследственности, – многое сейчас стало понятным благодаря химическому анализу нуклеиновых кислот, ДНК и РНК, и их действующих агентов – белков. В науке, и особенно в биологии, немало примеров тому, что исследователи, изучающие отдельные частности данного предмета, приобретают сильное (и в конечном счете ошибочное) представление, будто весь предмет в целом не поддается изучению. С другой стороны, я совершенно убежден, что те, кто рассматривает предмет со слишком большого расстояния, принимают за истину свои ограниченные знания. Как бы то ни было, но по обеим причинам – и из-за той тенденции, что ясно просматривается в новейшей истории биологии, и потому, что нет решительно никаких свидетельств в ее поддержку, – я не стану на этих страницах выдвигать какие-либо гипотезы о том, что

² С далеких викторианских времен, с тех пор как шли знаменитые дебаты между епископом Уилберфорским и Томасом Хаксли, на идеи, высказанные Дарвином и Уоллесом, постоянно, хотя и безуспешно, обрушивался огненный вал возражений. Чаще всего их авторами были те, кто слепо придерживался умозрительных доктрин. Между тем эволюция – факт, с очевидностью демонстрируемый ископаемыми остатками и современной молекулярной биологией. Естественный отбор – удачная теория, способная объяснить этот факт. Весьма вежливый ответ на недавнюю критику естественного отбора, включая и такую оригинальную точку зрения, что теория эта – всего лишь тавтология («выживают те, кто способен выжить»), содержится в статье Стефана Джея Гулда «Этот взгляд на жизнь: несвоевременные похороны Дарвина», опубликованной в октябрьском номере журнала «Natural History» за 1976 год. Дарвин был, разумеется, человеком своего времени, склонный порой (как это видно по его замечанию относительно обитателей Огненной Земли, приведенному выше), проводя сравнение европейцев с другими народами, высказываться в пользу первых. На самом же деле человеческое общество в допромышленные времена намного больше напоминало страдающих, общительных бушменов, охотников-собирателей, живших в пустыне Калахари, чем дикарей с Огненной Земли, которых Дарвин высмеивал, имея к тому некоторые основания. Но его прозрения – об эволюции, о естественном отборе как ее первопричине и о том, что все это имеет отношение к природе человека, – это вехи в истории познания человеком мира, особенно если принять во внимание то упорное сопротивление, которое встретили эти идеи в викторианской Англии и с которым, пусть в меньшей мере, они сталкиваются и ныне.

принято называть «соотношением духовного и телесного», – идея, состоящая в том, будто внутри «обычных» тканей обитает нечто, сделанное из совершенно иного материала и называемое «сознанием»³.

Изучая эти вещи, испытываешь истинное наслаждение, поскольку они касаются всех областей человеческой деятельности и, в частности, возможной взаимосвязи между открытиями, что происходят в науке о мозге, и озарениями, рождающимися благодаря интроспекции – свойственному людям стремлению к самоанализу. К счастью, интроспекция имеет долгую историю, и в прежние времена самые богатые, самые тонкие и самые глубокие самонаблюдения назывались мифами. «Мифы, – утверждал Салюстий в IV веке, – это события, которые никогда не случались, но постоянно происходят». Каждый раз, когда в диалоге Платона «Республика» Сократ прибегает к мифу – самый известный пример тому его иносказания о пещере, – мы можем быть уверены, что речь идет о чем-то самом важном.

Я использую здесь слово «миф» не в его нынешнем значении, как нечто противоречащее фактам, хотя и ставшее широко распространенным поверьем, а в смысле, который оно имело прежде. Миф – это метафора того, что невозможно описать никаким иным образом. Поэтому на последующих страницах я время от времени совершаю экскурсы в мифы, древние и современные. Само название этой книги родилось из-за неожиданного сопоставления различных мифов, старых и новых.

Хотя я и надеюсь, что некоторые из моих умозаключений могут привлечь внимание тех, кто профессионально изучает человеческий разум, книга написана для широкого читателя, имеющего интерес к данной проблеме. Соображения, представленные в главе II, несколько сложнее для восприятия, чем все остальные, но и они, я надеюсь, при некотором небольшом усилии окажутся доступными любому. Далее книга вообще должна читаться без каких-либо трудностей. Появляющиеся время от времени технические термины обычно объясняются при первом употреблении их. Иллюстрации в книге – дополнительные средства помощи тем, кто не имеет специальных научных знаний, хотя я полагаю, что понять мои аргументы и согласиться с ними – это вовсе не одно и то же.

В 1754 году Жан-Жак Руссо во вступительном абзаце своей работы «Рассуждения о происхождении и основании неравенства между людьми» писал:

«Для того чтобы правильно судить о естественном состоянии человека, необычайно важно иметь в виду его происхождение... Я не стану проследивать его становление путем последовательного развития... По этому поводу я могу строить только расплывчатые и почти не имеющие никакого реального подтверждения догадки. Сравнительная анатомия сделала пока лишь первые шаги, а наблюдения натуралистов слишком неопределенны, чтобы представлять собой основу для серьезных выводов».

Предостережения Руссо, сделанные более чем два столетия назад, справедливы и сейчас. Но сегодня достигнуты значительные успехи в изучении как сравнительной анатомии мозга, так и поведения человека и животных, то есть тех наук, которые он справедливо считал важнейшими для данной проблемы. Думается, что теперь пришло время попытаться сделать некий предварительный синтез достижений в этих двух областях знания.

I. Космический календарь

Что видишь ты еще
В пучине темной лет минувших?

³ Проблема сознания не такая простая, как она представлена здесь, и имеет несколько аспектов. Один из них – самый существенный – заключается в том, что сознание, действительно будучи функцией сложно организованного мозга, вне социальной среды ни возникнуть, ни существовать, ни рассматриваться не может. – *Прим. редакции.*

У. Шекспир. Буря

Наш мир очень стар, а человечество очень молодо. Длительность важных событий жизни измеряется годами или еще меньшими сроками, вся продолжительность нашей жизни – десятилетиями, генеалогия семьи – столетиями, а вся известная история человечества – тысячелетиями. Но всему этому предшествовала внушающая благоговейный трепет бездна времени, протянувшаяся в далекое прошлое, о котором мы знаем очень мало: и потому, что не существует никаких письменных свидетельств тех лет, и потому, что нам сложно осмыслить саму огромность временного интервала, о котором идет речь.

И все же у нас есть возможность датировать события достаточно отдаленного прошлого. Геологические исследования и радиоактивный метод предоставляют данные об археологических, палеонтологических и геологических событиях, а астрофизическая теория позволяет судить о возрасте планет, звезд и всей нашей Галактики, а также оценить время, прошедшее после того чрезвычайного события, которое мы называем Большой Взрыв – взрыв, в котором участвовала вся материя и вся энергия мироздания. Большой Взрыв мог быть началом нашей Вселенной или же разрывом во времени, когда погибла вся информация о ее ранней истории. Но, безусловно, это самое раннее событие, от которого мы можем вести отсчет.

Я не знаю более наглядного способа изобразить космическую хронологию, чем представить себе пятнадцать миллиардов лет жизни Вселенной (или по крайней мере ее нынешнего воплощения после Большого Взрыва) спрессованными в один-единственный год. Тогда каждому миллиарду лет истории Земли будет соответствовать примерно двадцать четыре часа нашего космического года, а одна секунда этого года окажется равной 475 истинным обращениям Земли вокруг Солнца. На таблицах I, II и III я представил эту космическую хронологию тремя различными способами: в виде списка некоторых важных додекабрьских дат, как календарь декабря и в форме подробного хронометража позднего вечера 31 декабря – кануна нового космического года. На этой шкале все события, указанные в наших учебниках истории, даже в тех из них, в которых делаются попытки показать далекие корни настоящего, сжаты до такой степени, что приходится посекундно анализировать последние мгновения космического года. Но даже и в этом случае события, которые мы привыкли считать весьма отдаленными, оказываются в наших таблицах рядом с современными. Чтобы построить хронологию жизни на Земле, надо было бы соткать ковер со столь же плотным расположением нитей, но только в другом временном периоде – скажем, в интервале между 10 часами 02 минутами и 10 часами 03 минутами 6 апреля или 16 сентября. Но в нашем распоряжении есть подробные сведения только о самом конце космического года.

Эта хронология соответствует самым последним научным данным. Но некоторые из них не очень точны. Никто не удивится, если, например, окажется, что растения завоевали Землю в ордовике, а не в силуре или что кольчатые черви появились в докембрийский период – раньше, чем это указано в таблице. Точно так же совершенно очевидно, что в хронологию последних десяти секунд космического года невозможно было включить все важнейшие события. Я надеюсь, мне извинят отсутствие прямого упоминания о важных вехах в искусстве, музыке, литературе или же об имеющих огромное значение для истории человечества революциях в Америке, Франции, России и Китае.

Подобные таблицы и календари неизбежно упрощают картину. Приходишь в замешательство, когда видишь, что Земля выделилась из звездной материи не раньше начала сентября, динозавры появились в канун Рождества, цветы расцвели 28 декабря, а люди ведут свое происхождение с 22 часов 30 минут последнего новогоднего дня. Вся зафиксированная история человечества занимает последние десять секунд 31 декабря, а все, что произошло с конца средних веков до настоящего момента, занимает меньше чем одну секунду. Но в рамках принятых допущений первый космический год как раз теперь подходит к концу. До сих пор мы занимали ничтожно малый отрезок на шкале космического времени. Однако то,

что случится в начале второго космического года на Земле и в ее окрестностях, в очень большой степени зависит от научной мудрости и истинно человеческих качеств населяющих нашу планету людей.

Таблица I

Додекабрьские даты**Додекабрьские даты**

Большой Взрыв	1 января
Возникновение галактики Млечного Пути	1 мая
Возникновение Солнечной системы	9 сентября
Образование планеты Земля	14 сентября
Появление жизни на Земле	25 сентября
Образование древнейших из известных на Земле гор	2 октября
Время образования древнейших ископаемых (бактерий и синезеленых водорослей)	9 октября
Возникновение полового размножения (микроорганизмов)	1 ноября
Древнейшие фотосинтезирующие растения	12 ноября
Эукариоты (первые клетки, содержащие ядра)	15 ноября

Таблица II

Космический календарь

Д е к а б р ь

Числа

- 1 Образование кислородной атмосферы на Земле
- 5 Интенсивное извержение вулканов и образование каналов на Марсе
- 16 Первые черви
- 17 Конец докембрийского периода. Палеозойская эра и начало кембрийского периода. Возникновение беспозвоночных
- 18 Первый океанический планктон. Расцвет трилобитов
- 19 Период ордовика. Первые рыбы, первые позвоночные
- 20 Силур. Первые споровые растения. Растения начинают завоевывать сушу
- 21 Начало девонского периода. Первые насекомые. Животные колонизируют сушу
- 22 Первые амфибии. Первые крылатые насекомые
- 23 Каменноугольный период. Первые деревья. Первые рептилии
- 24 Начало пермского периода. Первые динозавры
- 25 Конец палеозойской эры. Начало мезозойской эры

- 26 Триасовый период. Первые млекопитающие
- 27 Юрский период. Первые птицы
- 28 Меловой период. Первые цветы. Вымирание динозавров
- 29 Конец мезозойской эры. Кайнозойская эра и начало третичного периода. Первые китообразные. Первые приматы
- 30 Начало развития лобных долей коры головного мозга у приматов. Первые гоминиды. Расцвет гигантских млекопитающих
- 31 Конец плиоценового периода. Четвертичный (плейстоцен и голоцен) период. Первые люди

Появление проконсула и рамапитека — возможных предков обезьян и человека	13.30.00
Первые люди	22.30.00
Широкое использование каменных орудий	23.00.00
Использование огня пекинским человеком	23.46.00
Начало последнего периода оледенения	23.56.00
Заселение Австралии	23.58.00
Расцвет пещерной живописи в Европе	23.59.00
Открытие земледелия	23.59.20
Цивилизация неолита — первые города	23.59.35
Первые династии в Шумере, Эбле и Египте, развитие астрономии	23.59.50
Открытие письма; государство Аккад; законы Хаммурапи в Вавилонии; Среднее царство в Египте	23.59.52
Бронзовая металлургия; Микенская культу- ра; Троянская война; Ольмекская культура; изобретение компаса	23.59.53

Железная металлургия; первая Ассирийская империя; Израильское царство; основание Карфагена финикийцами	23.59.54
Династия Цинь в Китае; империя Ашоки в Индии; Афины времен Перикла; рождение Будды	23.59.55
Евклидова геометрия; Архимедова физика; астрономия Птолемея; Римская империя; «рождение Христа»	23.59.56
Введение нуля и десятичного счета в индийской арифметике; упадок Рима; мусульманские завоевания	23.59.57
Цивилизация майя; династия Сун в Китае; Византийская империя; монгольское нашествие; крестовые походы	23.59.58
Эпоха Возрождения в Европе; путешествия и географические открытия, сделанные европейцами и китайцами времен династии Мин; введение экспериментального метода в науку	23.59.59
Широкое развитие науки и техники; появление всемирной культуры; создание средств, способных уничтожить род людской; первые шаги в освоении космоса и поиски внеземного разума	Настоящий момент и в первые секунды Нового года

II. Гены и мозг

Где был твой откован мозг?..

У. Блейк. Тигр

Из всех животных у человека самый большой мозг по отношению к размерам его тела.

Аристотель. Части животных

Биологическая эволюция сопровождалась все нарастающей сложностью. Сегодня

самые сложные организмы на Земле содержат значительно больше информации – как генетической, так и внегенетической, чем самые сложные организмы, скажем, 200 миллионов лет назад (что составляет только 5 процентов истории жизни на планете, пять дней по нашему космическому календарю). Самые простые из организмов Земли сегодня имеют у себя за плечами ровно столько же эволюционного развития, сколько и самые сложные, и вполне может оказаться, что внутренняя биохимия современных бактерий более эффективна, нежели внутренняя биохимия бактерий три миллиарда лет назад. Но количество генетической информации сегодняшней бактерии, возможно, не слишком превышает то, что содержалось в ее древнем предке. Тут важно различие между количеством информации и ее качеством.

Различные биологические формы называются таксонами. Граница, проходящая между крупнейшими таксонами, отделяет растения от животных или организмы со слабо развитым ядром (бактерии, синезеленые водоросли) от организмов с четко выраженным и сложно устроенным ядром (например, простейшие, люди). Однако все организмы на планете Земля, обладают ли они хорошо выраженным ядром или нет, имеют хромосомы, которые заключают в себе генетический материал, передаваемый из поколения в поколение. Во всех организмах молекулы наследственности – это нуклеиновые кислоты. С некоторыми несущественными исключениями, молекулы нуклеиновых кислот, передающие наследственность, – это молекулы, называемые ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота). Более мелкие подразделения различных растений и животных, вплоть до видов и подвидов, тоже можно назвать разными таксонами.

Вид – это группа особей, могущих давать способное к самовоспроизведению потомство путем скрещивания только с особями своей группы, но не вне ее. В результате спаривания собак различных пород рождаются щенки, которые, достигнув взрослого состояния, способны к размножению. Но скрещивание между различными видами, даже видами столь близкими, как ослы и лошади, дает бесплодное потомство (в данном случае мулов). Поэтому ослы и лошади считаются различными видами. Между более отдаленными видами, например между львами и тиграми, иногда происходит скрещивание, дающее жизнеспособное, но бесплодное потомство, а крайне редко случается, что оно даже способно к размножению. Это свидетельствует о том, что определение вида несколько расплывчато. Все люди принадлежат к одному и тому же виду *Homo sapiens*, что в переводе с латинского звучит оптимистически: Человек разумный. Наши возможные предки *Homo erectus* (Человек прямоходящий) и *Homo habilis* (Человек умелый), ныне вымершие, относятся к одному роду (*Homo*), но к разным его видам, хотя никто, во всяком случае в недавнее время, не пытался экспериментальным путем выяснить, даст ли скрещивание между ними потомство, способное к размножению. В прежние времена было широко распространено мнение, что потомство может быть получено от совершенно различных организмов. Минотавр, которого убил Тезей, был рожден в браке между быком и женщиной. А римский историк Плиний утверждал, что страус, тогда только что открытый в природе, появился в результате скрещивания между жирафой и комаром. (Я полагаю, что комар в этой ситуации должен был быть самцом, а жирафа – самкой.) В действительности же, однако, подобного рода скрещивания не происходили по вполне понятной причине – из-за отсутствия какой-либо мотивации к ним.

На протяжении этой главы мы неоднократно будем возвращаться к графику, изображенному на рис. 1.

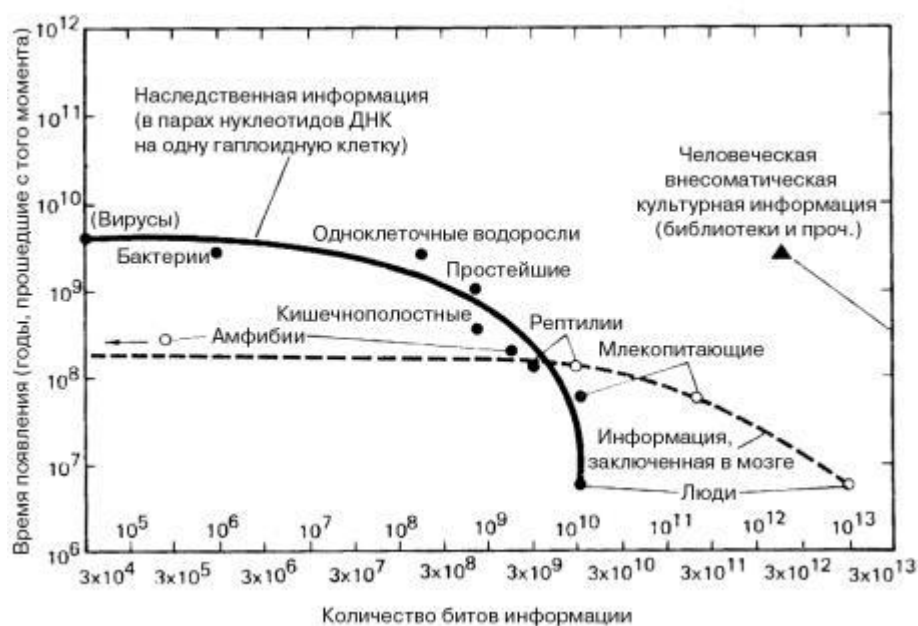


Рис. 1. Эволюция объема информации в генах и в мозге за всю историю жизни на Земле. Сплошная кривая, проходящая через темные точки, показывает количество битов информации, заключенной в генах у различных организмов, чье приблизительное время появления, согласно имеющимся геологическим данным, также указано на диаграмме. Поскольку количество ДНК, приходящейся на одну клетку, неодинаково в пределах таксона, указано лишь минимальное для данной группы значение. Данные взяты из работы Бриттена и Давидсона (1969). Пунктирная кривая, проходящая через светлые точки, дает приблизительную оценку информации, заключенной в мозге и нервной системе тех же самых организмов. Точки, соответствующие информации, содержащейся в мозге амфибий и еще более простых животных, должны были бы находиться левее диаграммы. Хотя на диаграмме и указано количество битов информации в генетическом материале вирусов, но нет уверенности, что вирусы действительно появились несколько миллиардов лет назад. Возможно, что они появились намного позже и развились из бактерий и других более сложных организмов путем потери ими своих функций⁴. Если бы надо было отразить внесоматическую информацию, накопленную людьми (библиотеки и т. д.), то соответствующая точка оказалась бы далеко справа за границей диаграммы

Сплошная линия на нем указывает время самого первого появления на Земле различных главных таксономических групп. Конечно, в природе существует значительно большее число таких групп, чем указано точками на этом графике. Изображенной на нем кривой соответствует огромное количество точек, которыми следовало бы обозначить десятки миллионов различных таксономических групп, появившихся на нашей планете с того времени, когда на ней возникла жизнь. Главные из них, которые возникли в самое последнее время, как правило, наиболее сложны.

Некоторое представление о сложности организма может быть получено, если просто изучать его поведение, то есть число различных функций, которые он призван выполнять в своей жизнедеятельности. Но о сложности можно судить также по минимуму информации, заключенному в генетическом материале организма. Типичная человеческая хромосома имеет одну очень длинную молекулу ДНК, завитую в спираль, так что место, которое она занимает в пространстве, значительно меньше, чем если бы она была распрямлена. Эта молекула ДНК построена из более мелких строительных блоков, несколько напоминающих

⁴ Существует довольно убедительная точка зрения, что вирусы – это получившие самостоятельность органы бактерий. – Прим. редакции.

ступеньки и боковинки веревочной лестницы. Блоки называются нуклеотидами и существуют в четырех различных вариантах. Язык жизни, наша наследственная информация, определяется последовательностью четырех различных типов нуклеотидов. Можно сказать, что алфавит языка наследственности состоит всего из четырех букв.

Но книга жизни очень богата, типичная молекула ДНК хромосомы человека состоит примерно из пяти миллиардов частей или нуклеотидов. Наследственные программы всех других таксонов на Земле записаны тем же языком, тем же кодом. И этот единый для всех язык наследственности является одним из свидетельств происхождения всех организмов на Земле от единого предка, от общего для всех начала жизни, которое отделено от нас примерно четырьмя миллиардами лет.

Информация, содержащаяся в любом послании, обычно измеряется в единицах, называемых битами – сокращение от binary digit, что значит «двоичный знак». Простейшие арифметические вычисления используют не десять разрядов (как делаем мы вследствие того, что по случайности эволюции обладаем десятью пальцами), а только два – 0 и 1. Так что на любой достаточно четкий вопрос может быть дан ответ в виде 0 или 1, «да» или «нет». Если бы наследственный код был описан на языке, имеющем не четыре, а две буквы, то число битов в молекуле ДНК равнялось бы удвоенному числу пар нуклеотидов. Но так как существует четыре типа нуклеотидов, число битов информации в ДНК в четыре раза больше числа пар нуклеотидов. Таким образом, если одна хромосома имеет пять миллиардов ($5 \cdot 10^9$) нуклеотидов, она содержит двадцать миллиардов ($2 \cdot 10^{10}$) битов информации. (Символ 10^9 указывает, что за единицей следует определенное число нулей – в данном случае девять.)

Как много информации содержится в двадцати миллиардах битов? Чему она будет соответствовать, если записать ее в обычной книге современным человеческим языком? Наши алфавитные языки, как правило, имеют от двадцати до сорока букв плюс одну-две дюжины цифр и знаков препинания; таким образом, для таких языков оказывается достаточно шестидесяти четырех независимых значков. Так как 2^6 равняется 64 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$), то не потребуется более шести битов, чтобы определить каждый значок. Мы можем представить себе ситуацию в виде «игры в двадцать вопросов», в которой каждый ответ соответствует одному биту. Предположим, что значок, который загадан, – это буква Н. Мы можем найти ее следующим образом.

Первый вопрос: Буква ли это (0) или же какой-то другой значок (1)?

Ответ: Буква (0).

Второй вопрос: Находится ли она в первой (0) или во второй (1) половине алфавита?

Ответ: В первой половине (0).

Третий вопрос: Из шестнадцати букв первой половины алфавита находится ли она в числе первых восьми (0) или вторых восьми (1) букв?

Ответ: Среди вторых восьми (1).

Четвертый вопрос: Среди вторых восьми букв находится ли она в первой половине (0) или во второй половине (1)?

Ответ: Во второй половине (1).

Пятый вопрос: Из этих букв принадлежит ли она к числу Л, М (0) или к Н, О (1)?

Ответ: К числу Н, О (1).

Шестой вопрос: Это Н (0) или О (1)?

Ответ: Это Н (0).

Определение буквы Н, таким образом, равносильно двоичному тексту 001110. Но нам потребовалось не двадцать вопросов, а лишь шесть, и именно в этом смысле было сказано, что всего шести битов достаточно, чтобы определить заданную букву. Поэтому двадцати миллиардам битов соответствует примерно три миллиарда букв ($2 \cdot 10^{10}/6 \approx 3 \cdot 10^9$). Если считать, что в среднем слове примерно шесть букв, то информация, содержащаяся в хромосоме человека, соответствует приблизительно пяти миллионам слов ($3 \cdot 10^9/6 = 5 \cdot 10^8$). Полагая, что на обычной странице примерно три сотни слов печатного текста, мы получаем цифру в два миллиона страниц ($5 \cdot 10^8/3 \cdot 10^2 \approx 2 \cdot 10^6$). Если средняя книга содержит пятьсот

таких страниц, то информация, заключенная в одной-единственной хромосоме человека, соответствует четырем тысячам таких томов ($2 \cdot 10^6 / 5 \cdot 10^2 = 4 \cdot 10^3$). Ясно теперь, что последовательность ступенек лестницы ДНК по объему заключенной в ней информации сравнима с гигантской библиотекой. Точно так же ясно, сколь богатая библиотека необходима, чтобы описать такой тщательно сконструированный и тонко функционирующий объект, каким является человеческое существо. Простые организмы обладают меньшей сложностью и меньшими возможностями и требуют поэтому меньшего объема генетической информации. Каждый из «Викингов» – космических аппаратов, опустившихся на Марс в 1976 году, имел в своих компьютерах заранее запрограммированные инструкции объемом в несколько миллионов битов. Таким образом, «Викинг» обладал несколько большей «генетической информацией», чем бактерия, хотя и значительно меньшей, чем водоросли.

График на рис. 1 показывает также минимальное количество наследственной информации в ДНК различных живых организмов. Видно, что величина эта у млекопитающих меньше, чем у людей: большинство млекопитающих имеют меньше наследственной информации, чем человек⁵. Внутри некоторых таксонов, например амфибий, количество наследственной информации сильно изменяется от вида к виду. Есть мнение, что значительная часть этой ДНК может быть излишней или нефункциональной. По этой причине график дает **минимальное** количество ДНК для каждого таксона.

Из графика видно, что примерно три миллиарда лет назад произошло поразительное увеличение информации в организмах, населявших Землю, а после этого рост наследственной информации шел весьма медленно. Мы видим также, что если для выживания человека необходимы десятки миллиардов (несколько раз по 10^{10}) битов информации, то недостающее количество должно быть поставлено внегенетическими системами: скорость развития систем передачи наследственности столь мала, что не приходится искать источника подобной генетической информации в молекулах ДНК. Сырьем для эволюции служат мутации, наследуемые изменения в отдельных последовательностях нуклеотидов, которые создают наследственные программы в молекулах ДНК. Мутации вызываются радиоактивностью среды, космическими лучами или, как часто случается, возникают случайно – путем спонтанных изменений в нуклеотидах, которые с точки зрения статистики всегда могут иметь место. Иной раз самопроизвольно разрываются химические связи. До определенной степени мутации находятся под контролем самого организма. Различные организмы имеют способность устранять некоторые типы повреждений структуры своих ДНК. Существуют, например, молекулы, которые следят за повреждениями ДНК. Если обнаруживается грубое нарушение в системе ДНК, то оно вырезается с помощью своего рода молекулярных ножниц и ДНК возвращается к норме. Но такие исправления не являются, да и не могут быть совершенными: мутации нужны для эволюции. Однако мутация в молекуле ДНК хромосомы клетки кожи моего указательного пальца не оказывает никакого влияния на мою наследственность. Пальцы не участвуют, во всяком случае впрямую, в размножении вида. Важны мутации в гаметах, половых клетках – сперматозоидах (мужских) и яйцеклетках (женских), благодаря которым происходит половое размножение.

Мутации, случайным образом оказавшиеся полезными, представляют собой рабочий материал для биологической эволюции – как, например, мутация меланина у некоторых бабочек, что изменяла их цвет из белого в черный. Такие бабочки обычно жили в Англии на березах, поэтому для них белая окраска – защитная⁶. Изменение цвета отнюдь не давало им преимущества: темные бабочки были отлично видны и поедались птицами, и потому такая

⁵ Вообще говоря, впрямую из графика этого не следует. – *Прим. редакции.*

⁶ Они называются березовыми пяденицами. – *Перев.*

мутация эволюцией отбраковывалась. Но когда в ходе индустриальной революции березы стали покрываться сажей, положение изменилось на обратное: только бабочки с меланиновыми мутациями могли выживать. Такая мутация закрепилась, и с течением времени почти все бабочки стали темными. Изменение было наследуемым – оно передавалось будущим поколениям. При этом иногда случаются и обратные мутации, идущие вразрез с меланиновым приспособлением, которые могли бы оказаться полезными, если бы загрязнение природы промышленностью Англии было однажды взято под контроль. Отметим, что во всех этих взаимодействиях между мутацией и естественным отбором ни одна бабочка не предпринимала **сознательного усилия** приспособиться к окружающей среде. Этот процесс хаотичен и случаен.

Такие крупные и сложные организмы, как люди, в среднем имеют примерно одну мутацию на десять гамет, то есть существует десятипроцентная вероятность, что каждый данный сперматозоид или яйцеклетка будет иметь новое и передающееся по наследству изменение в генетической программе, которая определяет собой облик нового поколения. Эти мутации происходят случайно и почти все без исключения вредны: ведь крайне редко случается, что сложная машина становится лучше после того, как в инструкцию по ее изготовлению были наобум внесены какие-то изменения.

Большинство этих мутаций рецессивны – они не проявляют себя немедленно. Тем не менее уже существует такой высокий уровень мутаций, что, как считают некоторые биологи, увеличение молекулы ДНК принесло бы с собой неприемлемо высокие темпы мутаций: будь у нас больше генов, слишком многое слишком часто происходило бы с ошибкой⁷. Если это верно, то должен существовать практическим верхним предел количества наследственной информации, которую может заключать в себе ДНК больших организмов. Таким образом, большие и сложные организмы, для того чтобы существовать, должны иметь достаточные источники внегенетической информации. Эта информация у всех высших животных, кроме человека, содержится почти исключительно в головном мозге.

Какую информацию содержит мозг? Рассмотрим два крайних противоположных взгляда на работу мозга. Согласно первому мозг (или, во всяком случае, высшие его разделы, кора головного мозга) эквипотенциален: любая часть его может заменить собой любую другую часть, и не существует никакой локализации функций. Согласно другому взгляду мозг представляет собой схему, все блоки которой предельно специализированы: каждая отдельная его функция локализована во вполне определенном месте. Истина, видимо, лежит где-то посередине между этими двумя крайними точками зрения. С одной стороны, любой лишенный мистики подход к работе мозга должен связывать физиологию с анатомией – любая функция мозга должна обеспечиваться соответствующим расположением нейронов или иной формой организации мозга. С другой стороны, можно ожидать, что естественный отбор, чтобы обеспечить точность работы мозга и защитить его от различного рода случайностей, привел к избыточности в его конструкции. Того же следует ожидать и от неисповедимых путей эволюции, которыми, скорее всего, следовал мозг.

Избыточность памяти была ясно продемонстрирована Карлом Лешли, психоневрологом из Гарвардского университета, который хирургическим путем удалял значительную часть коры головного мозга крыс, и при этом не было отмечено никаких изменений в их способности использовать ранее полученный опыт преодоления лабиринтов. Благодаря таким экспериментам становится ясно, что память должна быть локализована во многих различных частях мозга, а теперь мы знаем, что некоторые воспоминания

⁷ Темп мутаций до известной степени тоже регулируется естественным отбором, как в нашем примере с «молекулярными ножницами». Но, скорее всего, существует некоторый минимальный темп мутаций, способный, во-первых, обеспечить достаточное количество генетических экспериментов, которыми мог бы оперировать естественный отбор, а во-вторых, создать необходимое равновесие между мутациями, возникающими, скажем, благодаря космическим лучам, и возможностями внутриклеточных механизмов устранять полученные в результате этих мутаций повреждения.

переливаются между правым и левым полушариями мозга через трубу, называемую мозолистым телом (*corpus callosum*).

Лешли установил также, что не происходит видимых изменений в общем поведении крысы, когда удаляется значительная часть – скажем, десять процентов – ее мозга. Но никто не спросил крысу, каково ее мнение по этому поводу. Чтобы правильно ответить на этот вопрос, потребуется тщательно изучить «социальное», пищевое и защитно-атакующее поведение крысы. Существует много скрытых изменений в поведении, являющихся результатом экстрипации, то есть удаления части мозга, которые могут ускользнуть от не слишком внимательного исследователя, но в то же время иметь для крысы существенное значение. К примеру, кто знает, сохраняется ли у нее после экстрипации прежний интерес к привлекательной крысе противоположного пола и не становится ли она вдруг безразличной к подкрадывающейся кошке?⁸

Иногда приводят следующее соображение. Раны или повреждения важных частей коры головного мозга, возникшие, например, при двусторонней префронтальной лоботомии или же в результате несчастного случая, оказывают малое воздействие на поведение человека. Но некоторые формы нашего поведения не очень доступны для наблюдения не только извне, но даже изнутри. Есть типы активности и специфически человеческой способности воспринимать мир, которые в жизни данного человека могут встречаться нечасто, например творческая деятельность. Чтобы образовалось сцепление идей, свойственное любому, даже самому малому творческому акту, нужны значительные ресурсы мозга. А именно эти творческие акты характерны для всей нашей цивилизации и для человека как вида. И тем не менее у многих людей они случаются весьма редко, и отсутствие их не воспринимается как серьезная потеря ни самим больным, у которого поврежден мозг, ни наблюдающим его врачом.

Хотя известная избыточность в работе мозга неизбежна, категорическое мнение, будто мозг являет собой единое целое, почти наверняка ошибочно, и потому большинство современных нейрофизиологов отказываются от подобных представлений⁹. С другой стороны, менее сильные утверждения – например, что память есть функция всей коры головного мозга, – не могут быть отвергнуты с такой же легкостью, хотя они, как мы убедимся в дальнейшем, доступны проверке.

Много споров идет по поводу того, что половина или даже еще большая часть мозга человеком не используется. С эволюционной точки зрения такое положение было бы совершенно необычным: как могли бы развиваться эти его части, если они не выполняют никаких функций? Но в действительности само утверждение базируется на слишком малом числе данных. Оно по-прежнему выводится из того факта, что многие повреждения мозга, по большей части его коры, не оказывают видимого воздействия на поведение. При этом не принимается во внимание, во-первых, возможность избыточности в работе мозга и, во-вторых, то обстоятельство, что многое в человеческом поведении трудно уловимо. К примеру, повреждение правого полушария коры головного мозга может вызвать нарушения в мыслительной деятельности и в действиях больного, но лишь в тех их формах, что не связаны со словесными конструкциями. Стало быть, эти нарушения трудно описать как самому больному, так и изучающему его врачу.

Известно одно важное свидетельство в пользу локализации различных функций в мозге. Были обнаружены лежащие под корой головного мозга отдельные его участки, связанные с аппетитом, поддержанием равновесия, терморегуляцией, циркуляцией крови,

⁸ Попробуйте перечитать этот абзац, заменив слово «крыса» словом «мышь», и вы увидите, что ваше сочувствие к оперированному и неправильно понятому животному вдруг возрастет; это прямой результат влияния, оказываемого мультипликационными фильмами на американцев. (Имеется в виду герой популярных американских мультфильмов Микки Маус, маленький симпатичный мышонок. – *Перев.*)

⁹ В специальной литературе такие представления называют холистическими или нозетическими. – *Перев.*

тонкими движениями и дыханием. Классические исследования высших нервных функций головного мозга были проведены канадским нейрохирургом Уайлдером Пенфилдом. Он воздействовал электрическим током на различные части коры головного мозга, пытаясь облегчить страдания людей, больных эпилепсией. В сознании пациентов возникали обрывки воспоминаний, они ощущали запахи, слышали звуки и видели цветные образы прошлого – и все это было вызвано действием слабого электрического тока на определенную точку их мозга.

Типичный пример: когда Пенфилд пропускал с помощью своего электрода ток через участок коры, видимый в отверстие черепа, пациент мог слышать игру оркестра во всех ее деталях. Если Пенфилд говорил пациенту, который, как правило, во время всей операции находился в абсолютном сознании, что он якобы раздражает током его мозг, в то время как на самом деле он этого не делал, то во всех случаях в сознании пациента не возникало следов каких-либо воспоминаний. Но когда безо всякого предупреждения через электрод подавался ток, возникали картины прошлого или же продолжались прерванные воспоминания. Пациент сообщал, что к нему приходит ощущение чего-то знакомого или даже в его сознании полностью прокручивались события, бывшие много лет назад. Одновременно пациент вполне сознавал, что находится в операционной и ведет беседу с врачом, и это не вызывало у него никакого внутреннего конфликта. Несмотря на то что некоторые пациенты оценивали эти «обратные кадры» как своего рода легкие сны, в таких ощущениях не было никакой символики, характерной для сновидений. Эксперименты ставились почти исключительно на эпилептиках, но, возможно, хотя никаких доказательств тому нет, что и неэпилептики, оказавшись в сходных обстоятельствах, будут испытывать те же состояния.

В одном из экспериментов, когда электрическим путем стимулировали затылочную часть коры головного мозга, которая связана со зрением, пациент видел порхающую бабочку с такой убеждающей ясностью, что протянул руку с операционного стола, чтобы поймать ее. В аналогичном эксперименте, проводимом с обезьяной, животное внимательно всматривалось в нечто прямо перед собой, делало быстрое хватательное движение правой рукой, а затем в очевидном замешательстве исследовало свою пустую ладонь.

Безболезненная электростимуляция коры головного мозга, по крайней мере, у многих людей вызывала целые каскады воспоминаний о некоторых конкретных событиях. Но удаление участка мозга, примыкающего к электроду, не стирало памяти. Трудно удержаться от вывода, что, во всяком случае, у людей воспоминания находятся где-то в коре головного мозга, ожидая, когда мозг оживит их, послав электрические импульсы, которые, конечно, в этом случае приходят не извне, от экспериментатора, а вырабатываются внутри самого мозга¹⁰.

Если считать память функцией коры головного мозга как целого – наподобие своего рода динамической реверберации или стоячей электрической волны, – а не чем-то статически расположенным в различных отсеках мозга, то становится понятным, почему после серьезных поражений мозга память все-таки сохраняется. Известные науке факты, однако, говорят об обратном. В экспериментах, которые провел американский нейрофизиолог Ральф Джерард в Мичиганском университете, хомячки были обучены выбираться из простого лабиринта, а затем их охлаждали почти до точки замерзания, ввергая тем самым в искусственную спячку. Температура была столь низкой, что приостанавливалась любая электрическая активность мозга, которую удавалось зафиксировать. Если бы динамический подход к памяти был правильным, то хранящийся в памяти опыт успешного преодоления лабиринта в эксперименте стирался бы. Однако после

¹⁰ Есть существенная разница между экспериментальным раздражением определенных зон мозга электрическим током и удалением или разрушением тех же зон. Раздражение может передаваться на другие зоны и включать, подобно рубильнику, сложные системы, функция которых значительно шире функции раздражаемого участка мозга. А повреждение той же самой зоны часто оказывается недостаточным для того, чтобы нарушить функцию всей этой многокомпонентной системы. – *Прим. редакции.*

отогревания хомячки помнили все. Похоже, что память локализована в определенных участках мозга и ее «выживание» после массивных поражений мозга является результатом хранения в различных участках мозга избыточного количества статических следов памяти.

Пенфилд, расширив исследования своих предшественников, обнаружил также примечательную локализацию функций в двигательной части коры. Определенные части поверхности нашего мозга посылают сигналы строго определенным частям тела или же принимают сигналы от них. На рис. 2 и 3 дана карта чувствительных и двигательных участков коры, разработанная Пенфилдом. На ней в чрезвычайно наглядном виде отражена относительная важность различных частей нашего тела. Необычайно большая часть мозга, отданная пальцам руки и особенно большому пальцу, а также рту и органам речи, в точности соответствует тем особенностям нашей физиологии, что выделили нас из всего животного мира. Человеческая культура, способность людей к обучению никогда не могли бы развиваться без участия речи, а наша нынешняя техника и все, что создано человечеством, никогда не появились бы на свет, не будь у нас такой руки. В определенном смысле карта двигательной части коры головного мозга человека представляет собой точный портрет всего человечества.

Однако сегодня появились и новые свидетельства в пользу локализации различных функций в мозге. Изящные опыты, проведенные Дэвидом Хьюбелом в Гарвардской медицинской школе, показали, что в мозге существуют особые нейрональные сети, которые избирательно реагируют на воспринимаемые глазом линии, различно ориентированные в пространстве. Одни нейроны отзываются на горизонтальные линии, другие – воспринимают вертикальные и диагональные линии, и стимулом для каждого из них являются только такие линии, которые ориентированы в пространстве соответствующим данному нейрону образом. Значит, хотя бы минимальные проявления абстрактной мысли можно проследить в мозге до уровня отдельных клеток.

Существование специфических участков мозга, связанных с конкретными познавательными, чувствительными или двигательными функциями, предполагает, что не должно быть жесткой зависимости между массой мозга и умственными способностями. Очевидно, что некоторые части мозга более важны, чем другие. Среди обладателей особенно большого по массе мозга были Оливер Кромвель, Иван Тургенев и лорд Байрон. Но, с другой стороны, мозг Альберта Эйнштейна не отличался особой величиной. Анатолий Франс, один из самых блестящих умов, обладал мозгом вдвое меньшим, чем у Байрона. У новорожденного человеческого детеныша исключительно велико отношение массы мозга к массе тела (около 12 процентов), и его мозг, особенно кора больших полушарий, продолжает быстро расти в течение первых трех лет жизни – периода наиболее быстрого обучения. К шести годам масса мозга достигает 90 процентов от ее величины во взрослом состоянии. В среднем масса мозга современного человека составляет примерно 1 375 граммов. Так как плотность мозга, как и всех других тканей тела, примерно равна плотности воды (один грамм на кубический сантиметр), то объем такого усредненного мозга – 1 375 кубических сантиметров, что немного менее полутора литров.

Но мозг современной женщины примерно на 150 кубических сантиметров меньше. Однако если учитывать культурные показатели и способность к воспитанию детей, то нет никаких явных свидетельств о различии умственных способностей между полами.

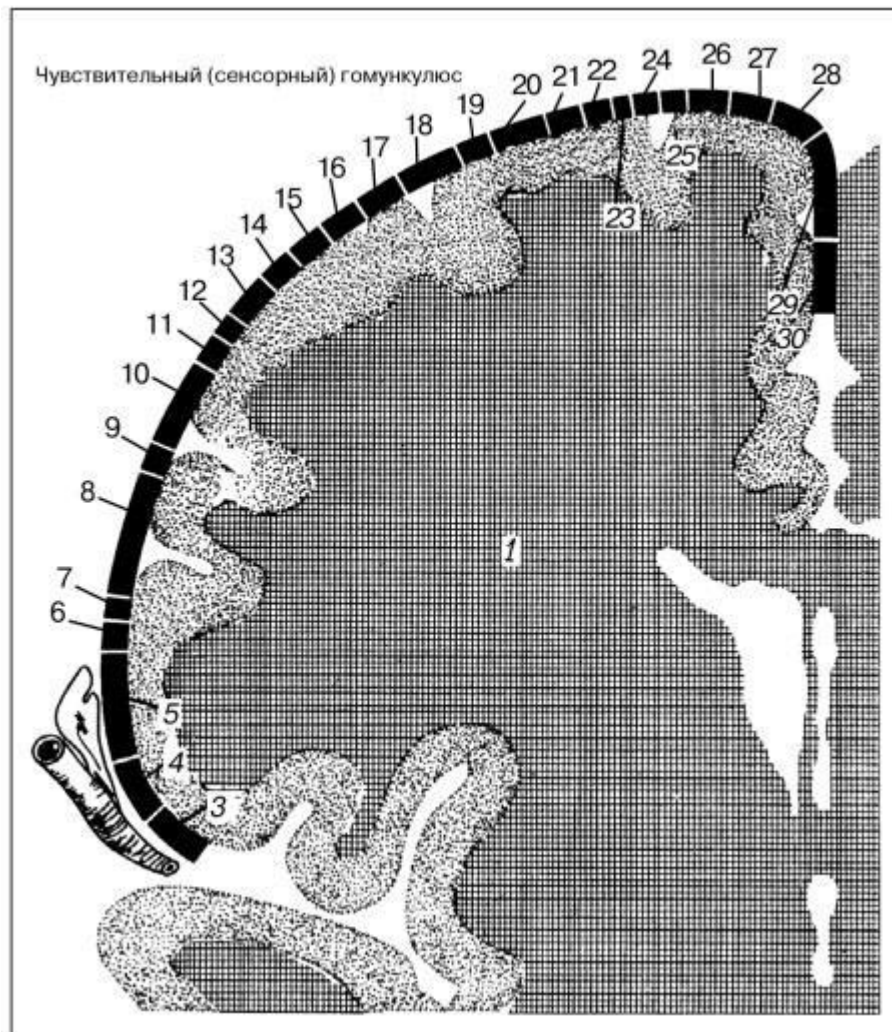
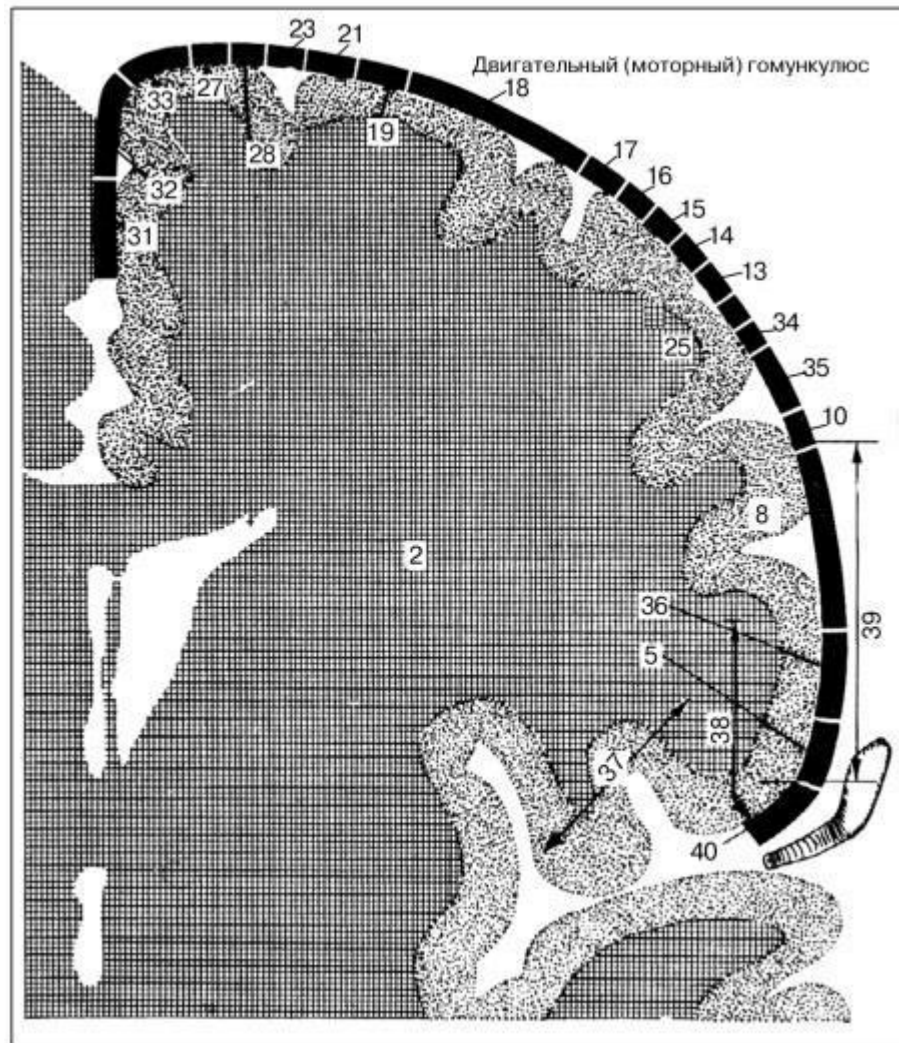


Рис. 2 и 3. Чувствительный (сенсорный) и двигательный (моторный) гомункулус (по Пенфилду). Приводятся две карты специализации функций в коре головного мозга. Пропорции человеческого тела на рисунках нарушены, чтобы иметь возможность показать, сколько внимания уделяет кора головного мозга каждой отдельной части тела: чем большей она показана на рисунке, тем больше и оказываемое ей внимание. Слева показана соматическая сенсорная, или чувствительная, область, которая получает нервные импульсы от изображенных на рисунке частей тела, справа – соответствующая карта, показывающая передачу импульсов от мозга к телу



1 – чувствительный (сенсорный) гомункулюс; 2 – двигательный (моторный) гомункулюс; 3 – внутренние органы; 4 – гортань; 5 – язык; 6 – зубы, десны и челюсти; 7 – нижняя губа; 8 – губы; 9 – верхняя губа; 10 – лицо; 11 – нос; 12 – глаз; 13 – большой палец; 14 – указательный палец; 15 – средний палец; 16 – безымянный палец; 17 – мизинец; 18 – кисть; 19 – запястье; 20 – предплечье; 21 – локоть; 22 – рука; 23 – плечо; 24 – голова; 25 – шея; 26 – туловище; 27 – бедро; 28 – голень; 29 – ступня; 30 – половые органы; 31 – пальцы ног; 32 – лодыжка; 33 – колено; 34 – бровь; 35 – веко и глазное яблоко; 36 – челюсть; 37 – жевание; 38 – слюноотделение; 39 – речь; 40 – глотание

Поэтому разница в массе мозга в 150 граммов у людей несущественна. Сравнимые отклонения в массах мозга имеют место у взрослых людей различных рас (у людей желтой расы объем мозга несколько больше, чем у людей белой расы), и, поскольку при прочих равных условиях не обнаруживается никакой разницы в интеллекте, мы вновь приходим к прежнему выводу. А расхождение в размерах мозга у лорда Байрона (2200 граммов) и Анатоля Франса (1100 граммов) позволяет предположить, что разница даже в пределах многих сотен граммов может быть функционально незначимой.

С другой стороны, у больных микроцефалией, которые рождаются с маленьким мозгом, познавательные способности весьма ограничены. Обычно масса их мозга колеблется между 450 и 900 граммами. В норме новорожденный имеет массу мозга 350 граммов, а годовалый ребенок – 500 граммов. По-видимому, мозг может быть меньше среднего до определенного предела, за которым дальнейшее уменьшение его размеров связано с резким нарушением его функций по сравнению с нормальным мозгом взрослого человека.

Более того, существует статистическая зависимость между массой или размером мозга и умственными способностями человека. Соотношение, как ясно показывает параллель Байрон – Франс, отнюдь не точное. Об умственных способностях в каждом отдельном случае нельзя судить по размерам мозга. Однако, как показал американский биолог-эволюционист Лейг ван Вейлен в Чикагском университете, имеющиеся в распоряжении ученых данные позволяют установить достаточно четкую корреляцию, которая существует в среднем между размером мозга и умственными способностями. Значит ли это, что размер мозга в определенном смысле определяет уровень интеллекта? А не может ли быть так, что, к примеру, недостаточное питание, особенно в период внутриутробного развития и в младенчестве, приводит одновременно и к малому размеру мозга, и к низким умственным способностям и при этом первое не служит причиной второго? Ван Вейлен указывает, что корреляция между умственными способностями и размером мозга просматривается много четче, чем между умственными способностями и ростом или массой тела, про которые точно известно, что они (прежде всего масса, конечно) напрямую зависят от питания. В то же время не вызывает сомнения, что плохое, неполноценное питание может отрицательно сказаться на развитии интеллекта.

Исследуя открывшуюся перед ними благодаря трудам нейробиологов новую интеллектуальную территорию, физики посчитали полезным произвести грубые оценки. Это приблизительные расчеты, но они очерчивают круг проблем и намечают путь к дальнейшим исследованиям. При этом, конечно, они не претендуют на точность. Что касается связи между размерами мозга и умственными способностями, то совершенно очевидно, что составить перепись функций каждого кубического сантиметра мозга современная наука еще не может. Но неужели не существует хотя бы грубого и приблизительного способа связать между собой массу мозга и интеллект?

Разница в массе мозга мужчины и женщины представляет интерес именно в этом контексте, потому что женщины, как правило, миниатюрнее и имеют меньшую массу тела, чем мужчины. Если тело, которым ему надлежит управлять, меньше по размерам, то не должен ли и мозг быть меньше? Отсюда следует, что для сравнения уровней интеллекта лучше брать не абсолютную величину массы мозга, а **отношение** массы мозга к общей массе тела.

На диаграмме, изображенной на рис. 4, даны массы мозга и массы тела различных животных. Ясно видно отличие рыб и рептилий от птиц и млекопитающих. Данной массе тела у млекопитающих соответствует существенно большая масса мозга. Мозг млекопитающих в 10-100 раз более массивен, чем мозг современных рептилий сравнимого размера. Различия между млекопитающими и динозаврами еще больше – они поистине ошеломляюще велики и наблюдаются во всех без исключения случаях. Поскольку сами мы млекопитающие, у нас, возможно, есть некоторые предрассудки относительно сравнительной величины интеллекта млекопитающих и рептилий, но я думаю, что известные науке данные абсолютно убедительно свидетельствуют, что млекопитающие действительно всегда намного умнее, чем рептилии. (На диаграмме показано также одно интригующее исключение: маленький страусоподобный динозавр из позднемелового периода, у которого отношение массы мозга к массе тела соответствует той части диаграммы, где помещены большие птицы и наименее разумные млекопитающие. Интересно было бы узнать побольше об этих существах, изучением которых занимался Дейл Рассел, руководитель отдела палеонтологии Национального музея Канады.) На диаграмме, изображенной на рис. 4, видно также, что приматы, которые включают в себя и человека, отличаются, хотя и с меньшим постоянством, от остальных млекопитающих: мозг приматов от 2 до 20 раз массивнее, чем мозг других млекопитающих, имеющих ту же массу тела.

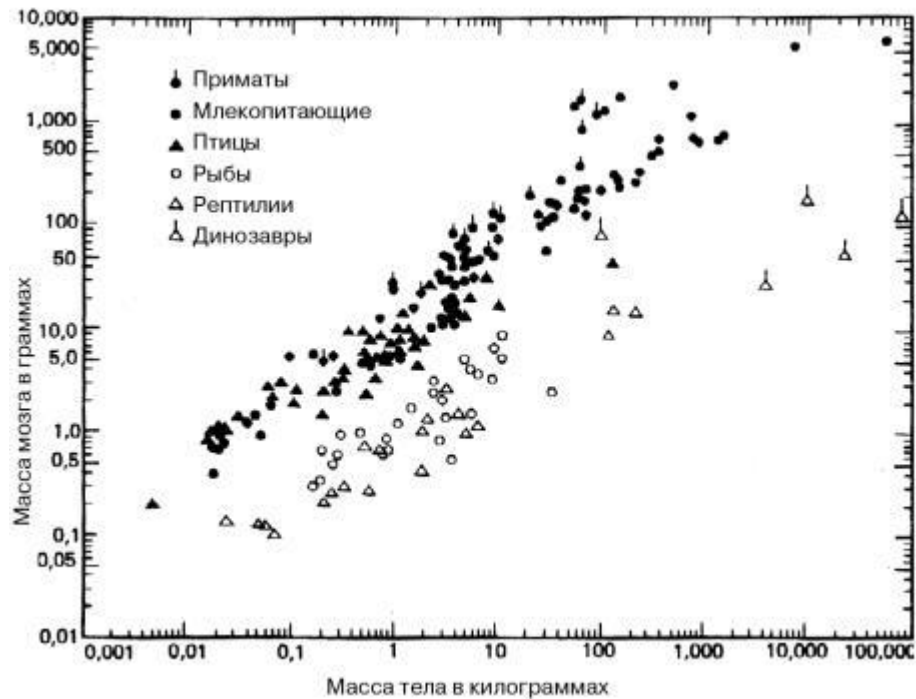


Рис. 4. Диаграмма, показывающая разброс величин «отношения массы мозга к массе тела» для приматов, млекопитающих, птиц, рыб, рептилий и динозавров

Если взглянуть на эту диаграмму более внимательно, выделив на ней некоторое число животных, мы получим новую диаграмму, изображенную на рис. 5. Из всех организмов, показанных на ней, зверь, имеющий наибольшую массу мозга на единицу тела, — это существо, называемое *Homo sapiens*. Следующим за ним идут дельфины¹¹. И я снова не считаю шовинистическим вывод, сделанный на основании очевидных фактов, что люди и дельфины принадлежат к самым разумным организмам на Земле.

Важность отношения массы мозга к массе тела осознавалась еще Аристотелем. В наше время более других для разработки этой идеи сделал Гарри Джерисон, нейропсихиатр из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Джерисон указывает, что существует несколько исключений к установленной ранее корреляции: например, мозг европейской землеройки имеет массу 100 миллиграммов, а тело ее — 4,7 грамма, и отношение этих величин близко к его значению у человека. Но мы не имеем права распространять обнаруженные закономерности на самых мелких из животных, поскольку простейшие «домашние» заботы, возложенные на мозг, требуют некоторой минимальной массы его вещества.

¹¹ Если брать в качестве критерия отношение массы мозга к массе тела, то акулы должны быть самыми умными из всех рыб, что согласуется с занимаемой ими экологической нишей — хищники и должны быть сообразительнее, чем те, кто питается планктоном. Удивительно, насколько сходна эволюция акул с эволюцией высших наземных позвоночных и в том, что у них увеличено отношение массы мозга к массе тела, и в том, что у них развиты координирующие центры во всех трех главных частях мозга.

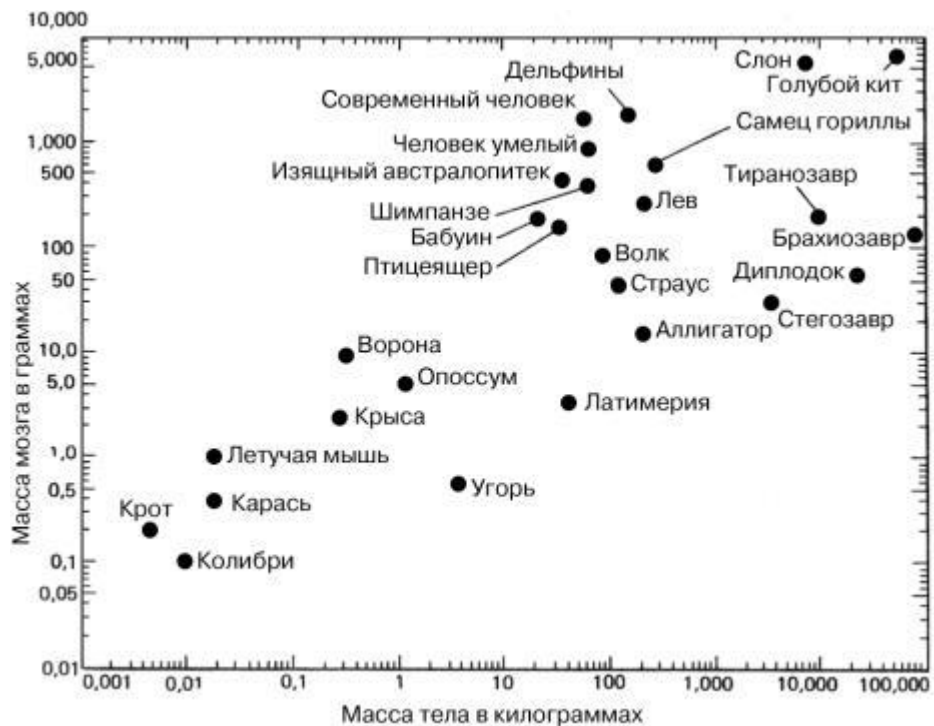


Рис. 5. Более подробное рассмотрение некоторых точек диаграммы, приведенной на рис. 4. Птицеящер – это страусоподобный динозавр, о котором говорится в этой книге

Масса мозга взрослого кашалота, близкого родственника дельфина, равняется почти 9 000 граммам, что в шесть с половиной раз больше, чем в среднем у человека. Здесь необычно абсолютное значение массы мозга, а не отношения массы мозга к массе тела. Масса мозга самых больших динозавров составляла около одного процента от массы мозга кашалота. Зачем кашалоту такой огромный мозг? Применимы ли к кашалоту такие понятия, как мысли, озарения, искусство, наука, литература?

Критерий отношения массы мозга к массе тела представляет собой очень удобное средство для сравнения разумности совершенно различных животных. Это то, что физик назвал бы приемлемым первым приближением. (Отметим на будущее, что австралопитеки, которые были или предками человека, или по крайней мере его близкими побочными родственниками, также имели большое отношение массы мозга к массе тела, что было рассчитано по остаткам их черепов.) Не является ли наша общая неосознанная тяга к младенцам и другим маленьким млекопитающим, которые обладают относительно большой головой по сравнению со взрослыми животными того же вида, следствием нашего бессознательного понимания важности отношения массы мозга к массе тела?

Данные, приведенные до сих пор, показывают, что превращение рептилий в млекопитающих, начавшееся более двух сотен миллионов лет назад, сопровождалось большим увеличением относительного размера мозга и ростом разумности, а эволюция человека от предковых приматов несколько миллионов лет назад сопровождалась еще более впечатляющим развитием мозга.

Человеческий мозг (исключая мозжечок, который, как представляется, не принимает участия в познавательных функциях) содержит около десяти миллиардов переключающихся элементов, называемых нейронами. (Мозжечок, который расположен под корой больших полушарий головного мозга, ближе к задней части головы, содержит еще приблизительно десять миллиардов нейронов.) Электрический ток, генерируемый нейронами (или нервными клетками) и проходящий через них, позволил итальянскому анатому Луиджи Гальвани открыть электричество. Гальвани обнаружил, что электрические импульсы, подводимые к лапке лягушки, всякий раз заставляют ее дергаться; и стала популярной мысль, что присущие животным (анимальные) движения в конечном итоге возникают благодаря электричеству. Это в лучшем случае лишь частичная правда: электрические импульсы,

передающиеся по нервным волокнам, в действительности вызывают движения с помощью нейрохимических посредников, но сами эти импульсы генерируются в мозге. Тем не менее современная наука об электричестве, а также вся электрическая и электронная промышленность берут свое начало от экспериментов, проведенных в XVIII веке, в которых лягушачья лапа дергалась из-за подведенного к ней электрического тока.

Спустя всего несколько десятилетий после Гальвани несколько хорошо образованных англичан, застрявших в Альпах из-за непогоды, устроили соревнование, кто из них напишет лучшее литературное произведение, полное ужасов. Одна из них, Мэри Шелли, создала знаменитую историю о чудовище доктора Франкенштейна, которое пробуждалось к жизни, когда через него пропускали сильный электрический ток. С тех пор электрические устройства стали главной опорой фильмов ужасов и романов насилия. Идея, лежащая в их основе, принадлежит Гальвани. Она ошибочна, но термин проник во многие западные языки – например, можно сказать, что я был «гальванизирован» к написанию этой книги.

Многие нейробиологи считают, что мозг выполняет свои функции благодаря нейронам, хотя есть свидетельства, что некоторые специфические воспоминания и другие познавательные функции могут содержаться в определенных молекулах мозга – таких, как РНК или небольшие белковые молекулы. На каждый нейрон в мозге приходится около десяти глиальных (от греческого слова, означающего «липкий») клеток, которые для нейронной архитектуры служат строительными лесами. Средний нейрон человеческого мозга имеет от 1000 до 10 000 синапсов или контактов с соседними нейронами. (Есть основания считать, что число синапсов многих нейронов спинного мозга достигает 10 000, а у так называемых клеток Пуркинье в мозжечке – и того более. Число контактов нейронов коры головного мозга, вероятно, менее 10 000.) Если каждый синапс дает один ответ типа «да – нет» на элементарный вопрос, как это имеет место в переключающихся элементах электронных вычислительных машин, то максимальное число таких «да – нет» ответов, или битов информации, которое может содержаться в мозге, составляет около $10^{10} \cdot 10^3 = 10^{13}$, или 10 триллионов, битов (или 100 триллионов = 10^{14} битов, если считать, что каждый нейрон имеет 10^4 синапсов). Часть этих синапсов должна содержать ту же информацию, что уже хранится в других синапсах, часть должна быть связанной с двигательной или другими непознавательными функциями, а некоторые могут оставаться просто чистыми, являя собой своего рода склад, ожидающий новую информацию, чтобы заполниться ею.

Если бы у каждого человеческого мозга был всего один синапс – что соответствует монументальной глупости, – то наш разум мог бы находиться всего лишь в двух состояниях. Если бы мы имели всего 2 синапса, то ему были бы доступны $2^2 = 4$ состояния, при 3 синапсах – $2^3 = 8$ состояний и в общем виде при n синапсах – 2^n состояний. Но человеческий мозг содержит около 10^{13} синапсов. Таким образом, число различных состояний, в которых он может находиться, представляет собой число 2, возведенное в эту степень, то есть помноженное само на себя десять триллионов раз. Это невообразимо большое число, намного превышающее, например, число всех элементарных частиц (электронов и протонов) во Вселенной, которое меньше чем число 2, возведенное всего в степень 10^3 . Благодаря столь гигантскому числу возможных функционально различных конфигураций человеческого мозга никакие два человека, даже близнецы, выращенные вместе, не могут быть совершенно одинаковыми. Эти чудовищные числа могут также в какой-то мере объяснить непредсказуемость человеческого поведения в те моменты, когда мы удивляем даже самих себя тем, что делаем. Более того, в свете этих цифр удивительным становится, как вообще существуют хоть какие-нибудь закономерности в человеческом поведении. Но далеко не все возможные состояния мозга обязательно осуществляются, колоссальное число конфигураций никогда не наблюдалось никем из людей за всю историю человечества. С этой точки зрения каждое человеческое существо поистине редко и отлично от других, а отсюда как очевидное этическое следствие вытекает священная неприкосновенность каждого человека.

В последние годы стало ясно, что в мозге существуют электрические микросети.

Нейроны, входящие в эти микросети, способны давать значительно более широкий круг ответов, нежели простые «да» или «нет», в отличие от переключающихся элементов в электронных вычислительных машинах. Размеры этих микросетей очень малы (обычно около 1/10 000 сантиметра), и, таким образом, информация передается по ним чрезвычайно быстро. Они реагируют на напряжение, равное приблизительно 1/100 того, что необходимо для возбуждения обычных нейронов, и потому способны на более тонкие и точные ответы. По мере увеличения сложности животных число таких микросетей растет и достигает своего пика – абсолютного и относительного – у человека. Они возникают на самых последних этапах внутриутробного развития человеческого детеныша. Существование таких микросетей говорит о том, что разум может быть результатом не только большой величины отношения массы мозга к массе тела, но также и избытка специализированных переключающихся элементов в мозге. Эти микросети делают возможное число его состояний еще большим, чем следует из проведенных только что расчетов, и, таким образом, дополнительно увеличивают удивительную уникальность каждого человеческого мозга.

Мы можем подойти к вопросу об информации, содержащейся в человеческом мозге, другим путем – с помощью интроспекции, то есть самонаблюдения. Попробуйте представить себе какой-нибудь зрительный образ из детства. Вглядитесь в него внимательно своим мысленным взором. Вообразите, что он состоит из маленьких точек наподобие фотографии в газетах. Каждая точка обладает определенным цветом и яркостью. Теперь вы можете задаться вопросами: сколько битов информации необходимо, чтобы описать цвет и яркость каждой точки, сколько точек нужно, чтобы создать картину, вызванную вами в памяти, и сколько времени требуется, чтобы вспомнить все детали картины, возникшей перед вашим мысленным взором. Предаваясь воспоминаниям, вы в каждый данный момент сосредоточиваете свое внимание на очень маленькой детали картины, ваше поле зрения весьма сужено. Когда же вы соберете вместе все эти данные, то получите скорость переработки информации мозгом в битах за секунду. Произведя соответствующие вычисления, я получаю, что предельная скорость переработки информации мозгом равняется примерно 5 000 битов в секунду¹².

Чаще всего такие зрительные воспоминания концентрируются на очертаниях фигур и резких переходах от яркого к темному, а не на конфигурациях частей, имеющих нейтральную яркость. Лягушка, например, хорошо видит лишь контрастные по яркости предметы. Есть, однако, серьезные свидетельства тому, что достаточно обычны детальные воспоминания о внутренних частях предметов, а вовсе не об их очертаниях. Самый яркий пример тому, вероятно, – эксперименты с людьми по реконструкции объемного образа, когда необходимо мысленно соединить память о том, что видел один глаз, с тем, что в данный момент видит другой. Слияние образов при таком – он называется анаглифическим – способе их рассмотрения требует, чтобы в память вошло 10 000 элементов предъявленной картины.

¹² На плоскости в одну сторону горизонта – 180 градусов. Диаметр Луны таков, что она видна под углом 0,5 градуса. Я могу различать кое-какие ее детали, скажем, до двенадцати отдельных элементов. Отсюда следует, что разрешающая способность моего глаза составляет около $0,5 / 12 \approx 0,04$ градуса. Все, что меньше этого, мой глаз уже не различает. Мой внутренний взор, так же как мой реальный глаз, имеет размеры примерно 2×2 градуса. Значит, в каждый момент я могу видеть крохотную квадратную картинку, содержащую $(2 / 0,04)^2 = 2\,500$ элементов, похожих на отдельные точки фотографии, переданной по линиям связи. Чтобы определить все возможные оттенки серого цвета, а также всех иных цветов таких точек, требуется около 20 битов на каждый элемент картинку. Таким образом, для полного описания моей маленькой картинку понадобится $2\,500 \times 20$, то есть около 50 000 битов в секунду. Для сравнения: фотокамеры совершающего посадку аппарата «Викинг», которые также обладают разрешающей способностью 0,04 градуса, имеют лишь 6 битов на каждый элемент картинку, чтобы описывать яркость, и могут передавать эту информацию по радиоканалам прямо на Землю со скоростью 500 битов в секунду. Нейроны мозга генерируют примерно 25 ватт энергии, чего едва достаточно, чтобы питать маленькую лампу накаливания. «Викинг» передает всю информацию и осуществляет иные свои функции, тратя на это около 50 ватт.

Но я вовсе не вспоминаю зрительные образы все время, пока я бодрствую, равно как не подвергаю постоянно людей и окружающие предметы внимательному изучению. Я занят всем этим лишь небольшой процент времени. Другие мои информационные каналы – слуховой, осязательный, обонятельный и вкусовой – работают со значительно меньшей скоростью передачи информации. Я полагаю, что средняя скорость переработки информации мозгом составляет приблизительно $5\,000 / 50 = 100$ битов в секунду. За шестьдесят с лишним лет это дает $2 \cdot 10^{11}$, или 200 миллиардов, битов зрительной и всякой иной информации, запасенной для воспоминаний, – в предположении, что я обладаю идеальной памятью. Это меньше, но не намного, чем число синапсов или нейронных соединений (поскольку мозгу приходится заниматься не только воспоминаниями), из чего следует, что нейроны и в самом деле являются главными переключающимися элементами при выполнении мозгом его функций.

Замечательную серию экспериментов по выявлению изменений, происходящих в мозге при обучении, провели американский психолог Марк Розенцвейг и его коллеги в Калифорнийском университете в Беркли. Они содержали две популяции лабораторных крыс в различных условиях: одну в убогой, однообразной, бедной обстановке, другую, наоборот, в богатой, разнообразной, обогащенной среде. У животных второй группы обнаружилось разительное увеличение массы и толщины коры больших полушарий мозга, а также изменение химии мозга. Эти изменения произошли как у взрослых, так и у молодых крыс. Подобные эксперименты показывают, что обучение сопровождается физиологическими изменениями мозга. Они демонстрируют также, как пластичность мозга может задаваться его анатомическими механизмами. Поскольку чем больше кора больших полушарий мозга, тем легче осуществить дальнейшее обучение, становится ясным, насколько важна богатая окружающая среда в раннем детстве.

Отсюда должно следовать, что обучение соответствует возникновению новых синапсов или же активации ранее бездействовавших. Некоторые предварительные свидетельства в пользу этой точки зрения были получены американским нейроанатомом Вильямом Гринау и его сотрудниками в Иллинойском университете. Они обнаружили, что, после того как в течение нескольких недель крыс обучали выполнять новые задачи в лабораторных условиях, в коре их больших полушарий возникали новые ответвления нейронов, образующие синапсы. У других крыс, которые содержались в тех же условиях, но не получали аналогичного обучения, подобных нейроанатомических новшеств не наблюдалось. Образование новых синапсов требует синтеза белковых молекул и молекул РНК. Есть немало фактов, указывающих на то, что эти молекулы образуются в мозге во время обучения, а некоторые исследователи предполагают, что результат обучения содержится в молекулах белков и РНК мозга. Но, видимо, правильнее будет сказать, что новая информация содержится в самих нейронах, которые, в свою очередь, построены из молекул белков и РНК.

Насколько плотно упакована хранящаяся в мозге информация? Обычно плотность информации при работе современной электронной вычислительной машины составляет около одного миллиона битов на кубический сантиметр. Эта величина получена путем деления всего количества информации, имеющейся в компьютере, на его объем. Человеческий мозг содержит, как уже говорилось, около 10^3 битов в объеме немного большем, чем 10^3 кубических сантиметров. Отсюда получается величина $10^{13} / 10^3 = 10^{10}$, то есть около десяти миллиардов битов на кубический сантиметр. Таким образом, наш мозг имеет в десять тысяч раз более плотную упаковку информации, нежели компьютер, хотя компьютер намного больше его. Другими словами, современная электронная вычислительная машина, способная обрабатывать объем информации, доступный человеческому мозгу, должна быть в десять тысяч раз больше его по размерам. С другой стороны, нынешние компьютеры могут обрабатывать информацию со скоростью от 10^{16} до 10^{17} битов в секунду, что в десять миллиардов раз быстрее, чем в мозге. При такой небольшой общей информационной емкости и столь невысокой скорости обработки данных

мозг должен быть чрезвычайно удачно устроен и заполнен, чтобы решать так много таких важных задач настолько лучше, чем самый лучший из известных нам компьютеров.

Когда объем мозга животных удваивается, число нейронов в нем не увеличивается в два раза. Оно возрастает, но медленнее. Человеческий мозг объемом около 1 375 кубических сантиметров, как уже говорилось, содержит, без учета мозжечка, около десяти миллиардов нейронов и примерно десять триллионов битов. В лаборатории Национального института умственного здоровья около Бетесды, штат Мэриленд, я держал недавно в руках мозг кролика. Он был объемом примерно в тридцать кубических сантиметров, то есть размером с редиску, вмещал несколько сот миллионов нейронов, имевших дело с несколькими сотнями миллиардов битов информации, управляющей поведением живого существа, включая такие его действия, как поедание салата, подергивание носом и «заигрывание» с особой противоположного пола.

Поскольку среди млекопитающих, рептилий или амфибий встречаются животные с самыми различными размерами мозга, мы лишены возможности дать надежную оценку числа нейронов в мозге типичного представителя каждого таксона. Но в наших силах определить усредненные величины, что я и сделал в схеме на рис. 5. Приблизительный подсчет, приведенный там, показывает, что человек обладает примерно в сто раз большим числом битов информации в мозге, чем кролик. Я не знаю, можно ли сказать, что человек в сто раз разумнее кролика, но я и не уверен, что это утверждение такое уж смехотворное.

Мы в состоянии теперь сравнить постепенное увеличение количества информации, содержащейся в генетическом материале, и количества информации, содержащейся в мозге организмов, за все время эволюционного развития. Две кривые пересеклись в точке, соответствующей времени в несколько сот миллионов лет назад и информационной емкости в несколько миллиардов битов. Где-то во влажных джунглях каменноугольного периода появилось животное, которое впервые за все время существования мира имело больше информации в мозге, чем в генах. Это была примитивная рептилия, которую, появившись она в наше ученое время, мы не нашли бы чрезмерно разумной. Но ее мозг был знаменательным поворотным пунктом в истории жизни. Два последующих скачка в эволюции мозга, сопровождавших возникновение млекопитающих и появление человекоподобных приматов, были еще более важными этапами в развитии разума. Основную часть истории жизни со времени каменноугольного периода можно назвать постепенным (и, конечно, неполным) торжеством мозга над генами.

III. Мозг и колесница

Когда все трое встретимся мы вновь?..

У. Шекспир. Макбет

Головной мозг современных рыб представлен главным образом средним мозгом с крохотным передним мозгом, у современных амфибий и рептилий это выглядит совсем иначе (рис. 6). И тем не менее ископаемые останки самых ранних из известных позвоночных показывают, что основное разделение современного мозга на задний, средний и передний уже существовало. Пятьсот миллионов лет назад в первозданном море плавали рыбоподобные существа, называемые остракодермами и плакодермами, чей головной мозг уже имел явные признаки того же деления, что и наш. Но относительные размеры и значение этих компонентов и даже выполняемые ими функции были, конечно, весьма отличны от сегодняшних. Самое привлекательное здесь – это, пожалуй, история последовательного разрастания и специализация трех наслоений мозга, надстраивающихся над спинным, промежуточным и средним мозгом. После каждого следующего эволюционного шага старые части мозга по-прежнему продолжают существовать и функционировать. Но к ним

добавляется новое наслоение с новыми функциями.

Главным представителем этой точки зрения сегодня является Поль Мак-Лин, руководитель лаборатории эволюции мозга и поведения Национального института умственного здоровья. Одна из особенностей его работы состоит в том, что она проводится на многих различных животных, от ящериц до саймири (белчьих обезьян). Другая заключается в том, что МакЛин и его коллеги тщательно изучали «социальное» и всякое иное поведение этих животных, чтобы понять, какая из частей мозга управляет тем или иным видом поведения.

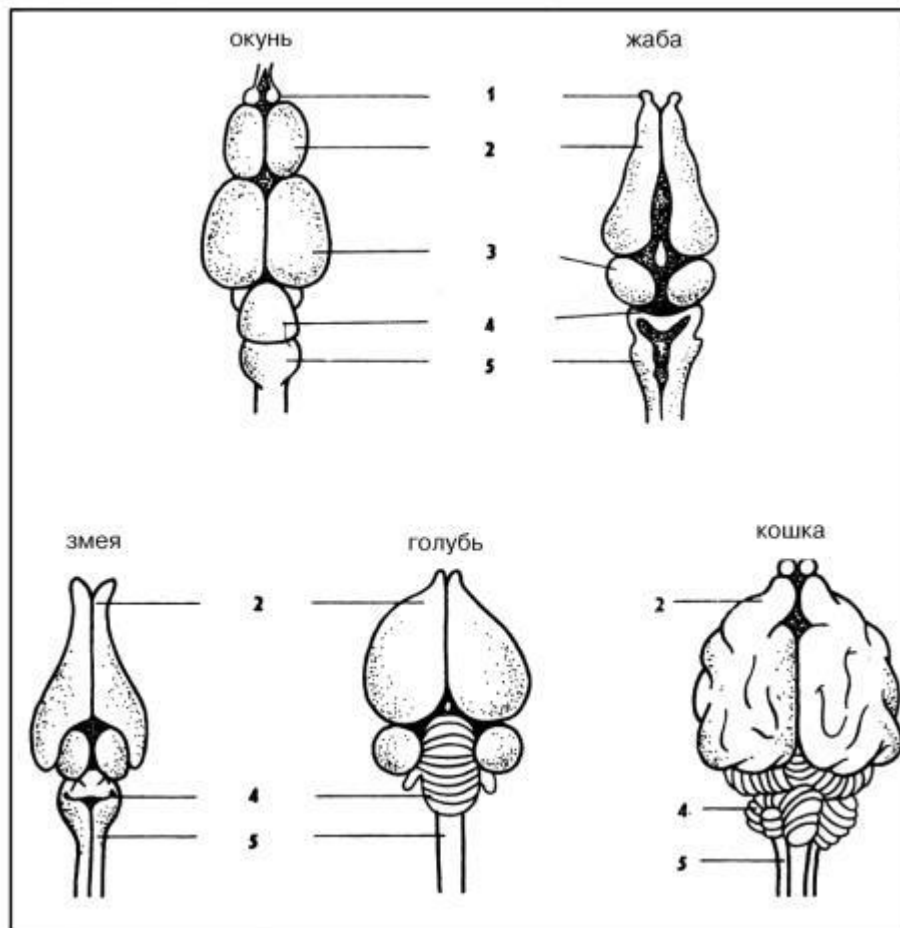


Рис. 6. Схематическое изображение мозга рыбы, амфибии, рептилии, птицы и млекопитающего в их сравнении друг с другом (мозжечок и продолговатый мозг являются частями заднего мозга): 1 – обонятельные луковицы; 2 – передний мозг; 3 – средний мозг; 4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг

У белчьих обезьян с характерными «готическими» отметками на лице существует своего рода ритуал встречи с себе подобными. Самцы обнажают зубы, трясут прутья решетки своих клеток, издают клич высокого тона, который, вероятно, для их сородичей является сигналом утешения, и поднимают ноги, чтобы продемонстрировать свою мужскую силу. Такое поведение в любом современном людском собрании граничило бы с непристойностью, но в стае белчьих обезьян оно совершенно нормально и служит для поддержания иерархического подчинения.

Мак-Лин обнаружил, что повреждение одного маленького участка мозга белчьей обезьяны лишает ее возможности вести себя подобным образом, но в то же время никак не влияет на другие формы поведения, например половое или оборонительное. Этот участок находится в древнейшей части переднего мозга, то есть в том отделе, который присущ не только людям и другим приматам, но также и тем млекопитающим и рептилиям, которые

были нашими предками. Похоже, что у млекопитающих-неприматов и у рептилий сходное ритуализированное поведение управляется тем же участком мозга, но повреждение его может приводить к распаду других автоматизированных форм поведения – таких, например, как ходьба или бег.

У приматов часто может быть обнаружена связь между половым поведением и положением на иерархической лестнице. Среди японских макак «социальный» ранг поддерживается и усиливается путем ежедневных насакиваний: самцы низшей касты принимают позы подставления, характерные для самок в период половой охоты, а самцы высшего ранга походя и чисто ритуально насакивают на них. Эти насакивания имеют весьма малое половое значение, они служат в качестве легко понимаемого символа власти и подчинения, устанавливая своего рода «кто есть кто» в сложном «общественном» устройстве обезьяньего стада.

В одном из экспериментов по изучению поведения беличьих обезьян ученые наблюдали за Каспаром, самцом-доминантом, намного более активным, чем все другие в стае. Ему принадлежали две трети всех зарегистрированных случаев демонстрации полового поведения, однако все они были направлены на взрослых самцов. Каспар за все время эксперимента ни разу не спаривался ни с одной самкой. Тот факт, что он активно стремился к доминированию, но весьма вяло – к половым контактам, позволяет полагать, что хотя обе эти функции базируются на одних и тех же системах организма, но они совершенно различны. Исследователи, изучавшие эту стаю, пришли к заключению: «Половое поведение следует рассматривать как наиболее эффективный социальный сигнал в групповой иерархии. Оно ритуализовано и, как представляется, имеет смысл „Я – хозяин“. Скорее всего, оно произошло из сексуальной активности, но используется для социального общения и отделено от функций размножения. Другими словами, это ритуал, возникший из полового поведения, но служащий социальным целям, а не целям размножения».

Существование поведенческих, равно как нейро-анатомических, связей между половым поведением, агрессивностью и доминированием подтверждается многими исследованиями. Ритуалы брачных игр кошачьих и многих других животных в начальной стадии едва отличимы от драки. Известно, что домашние кошки иногда громко и притворно мурлычут, в то время как их лапы дерут обивку мебели или царапают хозяина.

Из опытов, аналогичных тем, что проводились с беличьими обезьянами, Мак-Лин вывел весьма привлекательную модель структуры и эволюции мозга, которую он назвал триединым мозгом. «Мы должны, – говорит он, – посмотреть на себя и на мир глазами трех совершенно различных личностей», две из которых не вооружены речью. Человеческий мозг, считает Мак-Лин, «равнозначен трем взаимосвязанным биологическим компьютерам», из которых каждый имеет «свой собственный разум, свое собственное чувство времени и пространства, собственную память, двигательную и другие функции». Каждый мозг соответствует одному крупному эволюционному шагу. Все три мозга различаются нейроанатомически и функционально, и в каждом из них совершенно различно распределение таких нейрхимических агентов, как дофамин и холинэстераза.

В наиболее древней части человеческого мозга находится спинной мозг, продолговатый мозг и варолиев мост (которые вместе образуют задний мозг) и, наконец, средний мозг. Комбинацию из спинного мозга, заднего и среднего мозга Мак-Лин называет «нейрошасси». Оно включает в себя все необходимые механизмы для воспроизводства и самоподдержания организма, включая регуляцию сердечной деятельности, кровообращения и дыхания. У рыб и амфибий эти отделы, по существу, и составляют весь мозг. Но рептилии или высшие животные, у которых удален передний мозг, по словам Мак-Лина, «также лишены движения и цели, как экипаж, покинутый водителем».

Мне думается, что большой судорожный эпилептический припадок, *grand mal*, если продолжить это сравнение, можно представить себе как заболевание, при котором все «водители» сбежали из-за электрического шторма в мозге и в распоряжении несчастной жертвы

мгновенно не осталось ничего, кроме самого нейрошасси. Это страшное ухудшение состояния здоровья временно отбрасывает больного на несколько сот миллионов лет назад. Недаром древние греки, назвав болезнь именем, которое мы до сих пор употребляем, считали эпилепсию наказанием, наложенным богами. Очевидно, они сумели распознать истинный характер этого заболевания.

Мак-Лин различает три типа «водителей» нейрошасси. Владения самого древнего из них расположены вокруг среднего мозга (и состоят главным образом из того, что нейроанатомы называют *olfactostriatum*, *corpus striatum*, *globus pallidus*). Этот «водитель» общий у нас со всеми другими млекопитающими, а также рептилиями. По всей вероятности, он возник несколько сот миллионов лет назад. Мак-Лин называет его комплексом рептилий или, проще, Р-комплексом. Вокруг Р-комплекса расположена лимбическая система. Она общая у нас со всеми другими млекопитающими, но в своей законченной форме уже отличается от той, что есть у рептилий. Она возникла, скорее всего, более ста пятидесяти миллионов лет назад. И наконец, новая кора, неокортекс, вне сомнения, самое последнее эволюционное приобретение мозга, окружающее все остальные его части.

Как и у других высших млекопитающих и приматов, у человека эта новая кора относительно велика. Чем выше на эволюционной лестнице стоит млекопитающее, тем большую часть его мозга составляет неокортекс. Более всего развит он у нас (а также у дельфинов и китов). Появилась новая кора десятки миллионов лет назад, в эпоху возникновения человека. Схематически мозг представлен на рис. 7. А на рис. 8. дано сравнение лимбической системы и новой коры головного мозга трех современных млекопитающих. Примечательно, что концепция триединого мозга хорошо согласуется с выводом о том, что появление млекопитающих и приматов (особенно человека) сопровождалось крупными сдвигами в эволюции мозга. В предыдущей главе эти сдвиги охарактеризованы количественно сопоставлением массы мозга с массой тела.

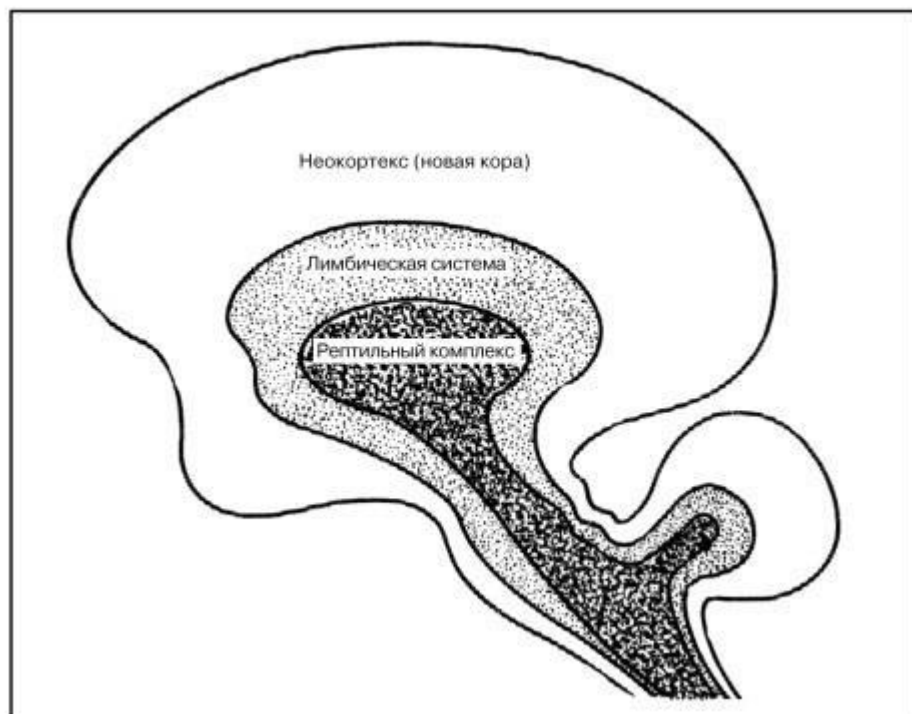


Рис. 7. Чрезвычайно схематическое изображение рептильного комплекса, лимбической системы и новой коры головного мозга человека (по Мак-Лину)

Очень трудно основывать прогрессивное развитие на видоизменении жизненно важных структур, поскольку любой шаг тут грозит оказаться смертельным. Но капитальных изменений можно добиться, надстраивая новые системы поверх старых. Здесь уместно

вспомнить и идею рекапитуляции, выдвинутую в XIX веке немецким анатомом Эрнстом Геккелем, которая прошла через несколько циклов научного признания и отрицания. Геккель утверждал, что во время внутриутробного развития животные повторяют – рекапитулируют – последовательность своих предков, сменявших друг друга при эволюционном развитии данного вида. И в самом деле, человеческий зародыш проходит стадии, весьма сильно напоминающие рыб, рептилий и млекопитающих-неприматов, прежде чем приобрести явно человеческий облик. В той стадии, когда он похож на рыбу, человеческий эмбрион имеет даже жаберные щели, которые для него совершенно бесполезны, поскольку плод питается через пуповину. Но они необходимы для эмбриологии: раз жаберные щели были жизненно важными органами для наших далеких предков, то, очевидно, и нам необходимо их иметь, когда мы проходим соответствующую стадию внутриутробного развития. Мозг человеческого зародыша также развивается «изнутри кнаружи» и, грубо говоря, проходит через следующую последовательность: нейрошасси, Р-комплекс, лимбическая система, новые области коры (см. рис. 19, где показано внутриутробное развитие человеческого мозга).

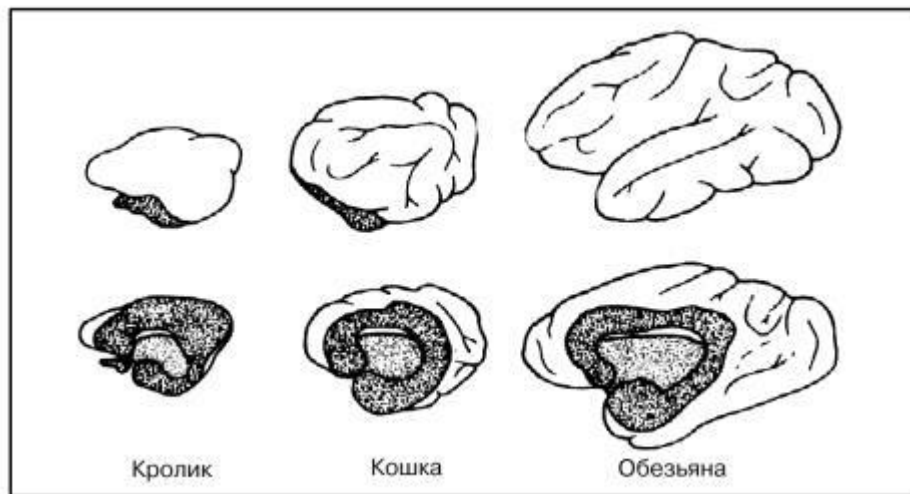


Рис. 8. Схематическое изображение вида сверху и вида сбоку головного мозга кролика, кошки и обезьяны. Темным показаны области лимбической системы, особенно хорошо различимые на видах сбоку. Светлые участки с бороздами – новая кора, хорошо представленная на видах сверху

Причины рекапитуляции могут быть следующими. Естественный отбор имеет дело только с индивидуумами, а не с видами и тем более не с яйцами или зародышами¹³. Таким образом, эволюционные изменения возникают лишь после появления живого существа на свет. Зародыш может обладать такими чертами, которые не имеют ни малейшего приспособительного значения после рождения, как, например, те же жаберные щели у млекопитающих, но, коль скоро они не создают никаких серьезных проблем для зародыша и исчезают до рождения, черты эти могут сохраниться. Наши жаберные щели – это напоминание не о древней рыбе, а о зародыше древней рыбы. Многие новые системы органов развиваются не путем добавления и сохранения, но путем изменения старых систем, как, например, плавники превратились в ноги, а ноги – в ласты или крылья, лапы – в ладони и ступни, сальные железы – в молочные, жаберные дуги – в слуховые кости, кожные чешуи – в акулий зубы. Таким образом, эволюционное развитие путем добавления и сохранения функций ранее существовавших структур может происходить благодаря одной из двух

¹³ Однако «творческая роль» естественного отбора проявляется в преобразовании популяций, в результате которого и рождается новый вид. – *Перев.*

причин: или старая функция так же нужна, как и новая, или нет возможности отказаться от старой системы, поскольку она связана с выживанием.

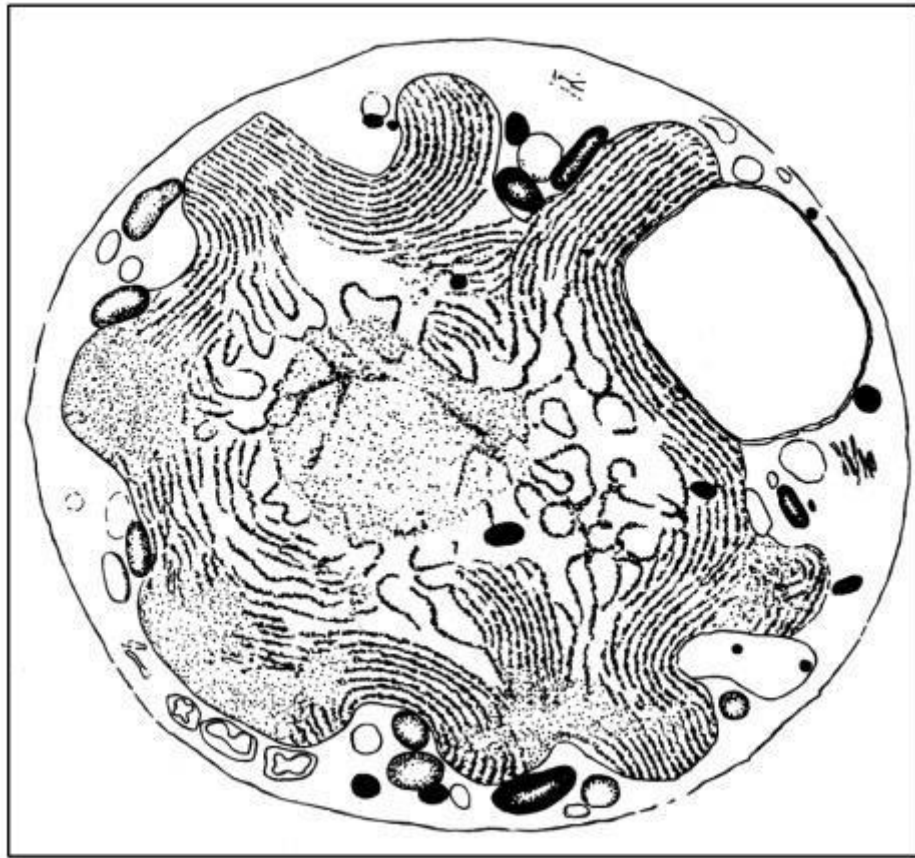


Рис. 9. Полученная с помощью электронного микроскопа фотография маленького растения, называемого красной водорослью. Его научное название – *Porphyridium cruentum*. Хлоропласт, фотосинтезирующая фабрика этого организма, занимает почти всю клетку. Фотография сделана с увеличением в 23 000 раз доктором Элизабет Гантт в лаборатории радиационной биологии Смитсонианского института

В природе есть много других примеров этого вида эволюционного развития. Возьмем наудачу лишь один из них – рассмотрим, почему растение зеленое. В процессе фотосинтеза растения используют энергию красной и фиолетовой частей спектра солнечного света и с ее помощью разлагают воду, образуя углеводороды и удовлетворяя другие свои нужды. Но Солнце посылает значительно больше света в желтой и зеленой частях спектра, нежели в красной или фиолетовой. Растения, обладающие всего лишь одним фотосинтезирующим пигментом хлорофиллом, не используют самую насыщенную часть солнечного спектра. Многие растения с опозданием «заметили» этот факт и осуществили соответствующее изменение: в них развились другие пигменты (например, каротиноиды и фикобилины), которые отражают красный свет и поглощают желтый и зеленый. Прекрасно. Но отказались ли эти растения от хлорофилла? Нет, не отказались. На рис. 9 изображена фотосинтезирующая фабрика красной водоросли. Ее волокна содержат хлорофилл, а маленькие шарики, прикрепленные к этим волокнам, содержат фикобилин, который, собственно, и делает красную водоросль красной. Эти растения по-прежнему передают энергию, полученную ими от зеленой и желтой части солнечного спектра, хлорофиллу, который, как и раньше, служит посредником между светом и химическими реакциями в процессе фотосинтеза, хотя энергия света была первоначально поглощена не им. Природа не может выбросить хлорофилл и заменить его другим, лучшим пигментом, поскольку хлорофилл слишком глубоко вплетен в ткань жизни. Растения, имеющие дополнительные

пигменты, безусловно, отличаются от других. Они более эффективны, но и в них в самом центре процесса фотосинтеза продолжает трудиться хлорофилл, пусть и с меньшей ответственностью, чем раньше. Я думаю, что эволюция мозга протекала аналогичным образом. Глубинные, древние образования все еще остаются в строю.

1. Р-комплекс

Если верна точка зрения, изложенная выше, следует ожидать, что Р-комплекс в человеческом мозге все еще в некотором смысле выполняет функции динозавра, а лимбическая кора занята перевариванием «мыслей» пум и ленивцев. Вне сомнения, каждый новый шаг на пути эволюции мозга сопровождается изменениями в физиологии ранее существовавших его частей. На Р-комплексе должны были сказываться изменения в среднем мозге и так далее. Более того, мы знаем, что управление многими функциями организма распределено по различным участкам мозга. Но в то же время было бы странно, если бы те части мозга, что расположены ниже новой коры, не продолжали работать, по сути, так же, как у наших отдаленных предков.

Мак-Лин показал, что Р-комплекс играет важную роль в агрессивном ритуальном и территориальном поведении, а также в установлении социальной иерархии. Поразительно, как много из нашего действительного поведения – в отличие от того, что мы говорим и думаем о нем, – может быть описано в терминах, применяемых обычно по отношению к рептилиям. Например, убийцу мы обычно называем хладнокровным. Макиавелли советовал следовать своему принципу «сознательно растить в себе зверя».

Эти идеи частично предвосхитила Сюзанна Лангер, американский философ, которая писала: «Человеческая жизнь насквозь пронизана ритуалами, как и жизнь животных. Она представляет собой сложные переплетения разумного и обрядового, знания и религии, прозы и поэзии, фактов и вымысла... Ритуал, как и искусство, – это, по существу, конечное выражение символического преобразования опыта. Он рождается в коре больших полушарий, а не в «старом мозге», но он рождается **благодаря элементарным потребностям**, поскольку орган этот достиг человеческого уровня». За исключением того факта, что Р-комплекс **является** «старым мозгом», слова эти абсолютно справедливы.

Новая кора занимает у человека около 85 процентов головного мозга, что, конечно, указывает на ее важность по сравнению со стволом мозга, Р-комплексом и лимбической системой. Нейроанатомия, историческая наука и самонаблюдения дают многочисленные свидетельства тому, что люди вполне способны противостоять искушению подчиняться любому импульсу, идущему от рептилианской части нашего мозга. Например, «Билль о правах» американской конституции никоим образом не мог бы быть создан или записан Р-комплексом. Именно наша пластичность, наше долгое детство дают людям больше, чем кому-либо еще на Земле, возможность не следовать рабски тому эталону поведения, что запрограммирован в нас генетически. Но если триединый мозг может служить точной моделью поведения людей, то нет никакого резона игнорировать комплекс рептилии, присущий человеческой природе, в частности наше ритуальное и иерархическое поведение. Наоборот, эта модель может помочь нам понять, что на самом деле представляет собой человеческое существо¹⁴. (Например, я думаю, что ритуальные аспекты многих психических заболеваний, скажем гебефренической шизофрении, могут явиться результатом повышенной

¹⁴ Вопрос о природе (сущности) человека может быть правильно понят лишь с учетом всего, что знает современная наука о человеке и как о живом существе, и как о субъекте общественно-исторической деятельности. Это один из основных вопросов философии. См.: *Маркс К. и Энгельс Ф.* Соч., т. 3; *Проблема человека в современной философии.* Сб. М., 1969; *Мысливченко А. Г.* Человек как предмет философского познания. М., 1972; *Соотношение биологического и социального в человеке.* Сб. М., 1975; *Дубинин Н. П.* Что такое человек. М., 1983; *Фролов И. Т.* На пути к единой науке о человеке. – *Природа*, 1985, № 8; Послесловие Д. А. Поспелова к данной книге. – *Перев.*

активности некоего центра в Р-комплексе или же неспособности некоторого участка новой коры подавить или вообще выключить Р-комплекс. И не является ли часто наблюдаемое ритуализированное поведение маленьких детей следствием незавершенности развития новых областей коры их головного мозга?)

Всему этому удивительно соответствуют слова Гильберта К. Честертона: «Вы можете избавить вещи от действия чуждых или случайных законов, но не от законов их собственного естества... Не пытайтесь... побуждать треугольники вырваться из темницы, образованной тремя их сторонами. Если треугольник вырвется из трех своих сторон, жизнь его придет к прискорбному концу». Но не все треугольники являются равносторонними. Указать каждому компоненту триединого мозга его истинную роль вполне в нашей власти¹⁵.

2. Лимбическая система

Выяснилось, что лимбическая система генерирует сильные или особо яркие эмоции. Отсюда сразу же следует еще один вывод относительно комплекса рептилии: для него характерны не бурные страсти и саднящие душу противоречия, а послушное и бесстрастное осуществление любого поведения, диктуемого генами или мозгом.

Электрические разряды внутри лимбической системы иногда вызывают симптомы, сходные с теми, что бывают при психозах или при приеме психоделических или галлюциногенных средств. И в самом деле, мишени, на которые действуют многие психотропные средства, находятся именно в лимбической системе. Вероятно, она управляет весельем и страхом, а также множеством тонких эмоций, про которые принято думать, что они являются чисто человеческими.

«Главная железа», гипофиз, который оказывает влияние на другие железы и управляет эндокринной системой человека, расположена в самой глубине лимбической системы. Известно, что нарушения в работе эндокринной системы приводят к резким изменениям настроения, а это дает некоторый намек на те связи, что существуют между деятельностью лимбической системы и психологическим состоянием человека. В состав лимбической системы входит образование миндалевидной формы, называемое миндалиной и принимающее существенное участие в механизмах страха и агрессивности. Мирные и спокойные домашние животные становятся почти неправдоподобно буйными или же испытывают непреодолимый страх при электрическом раздражении их миндалин. В одном из таких экспериментов кошка в ужасе съеживалась перед обычной маленькой белой мышкой. Напротив, обычно свирепые животные, такие, как рысь, становятся покорными и позволяют гладить и ласкать себя, если только у них удалена миндалина. Нарушения в работе лимбической системы могут вызвать ничем не объяснимые приступы ярости, страха или чувствительности. Тот же результат может давать и естественное перевозбуждение – те, кто страдает от подобного рода заболеваний, порой испытывают настолько не соответствующие обстоятельствам эмоции, что их считают ненормальными.

По крайней мере, некоторую роль в механизме воздействия на эмоции таких лимбических эндокринных систем, как гипофиз, миндалина и гипоталамус, играют выделяемые ими гормоны – особые белковые вещества, которые влияют на деятельность других частей мозга. Самым известным из них является, вероятно, адренокортикотропный гормон гипофиза (АКТГ), способный воздействовать на столь несхожие между собой функции мозга, как удержание зрительных образов, тревожность и объем внимания. Есть данные о том, что в третьем желудочке мозга, который соединяет таламус и гипоталамус, то есть в области, тоже входящей в лимбическую систему, обнаружены некоторые относительно небольшие белки, выделяемые гипоталамусом. Схема на рис. 10 может помочь

¹⁵ Изложенная здесь концепция триединого мозга занимает в современной нейробиологии довольно скромное место и разделяется далеко не всеми учеными. Вместе с тем идея иерархической организации мозга имеет надежную научную основу. – *Прим. редакции.*

представить себе анатомию тех структур мозга, о которых шла речь в предыдущих абзацах.

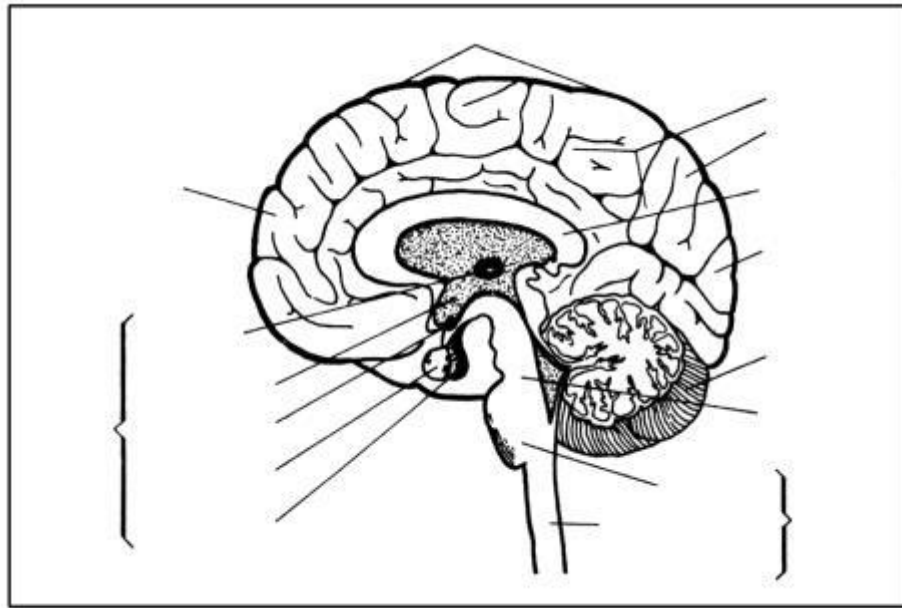


Рис. 10. Схематическое изображение продольного разреза человеческого мозга, в котором большую часть занимает неокортекс, а меньшую – лимбическая система и ствол мозга, или задний мозг. Р-комплекс не показан

Имеются основания думать, что начала альтруистического поведения также таятся в лимбической системе. Действительно, за редкими исключениями (главным образом к ним относятся общественные насекомые) млекопитающие и птицы являются единственными организмами, которые уделяют существенное внимание заботе о подрастающем поколении. Эта развившаяся в процессе эволюции способность обеспечивает долгий период пластичности и благодаря этому позволяет воспользоваться огромными возможностями по переработке информации, которой обладает мозг млекопитающих и приматов. Очевидно, любовь – это изобретение млекопитающих^[16].

Многое в поведении животных доказывает справедливость той точки зрения, что сильные эмоции развивались главным образом у млекопитающих и, хотя и в меньшей степени, у птиц. Я думаю, не вызывает сомнения привязанность домашних животных к людям. Хорошо известно, что многие млекопитающие-матери горюют, когда у них отнимают их детенышей. Интересно, насколько далеко заходят такого рода эмоции? Не бывает ли у лошадей порой проблесков патристического пыла? Не испытывают ли собаки по отношению к людям нечто похожее на религиозный экстаз? Какие другие сильные и слабые чувства знают животные, ничего нам о них не сообщая?

Наиболее старая часть лимбической системы – обонятельная кора – ответственна за различение запахов, эмоциональное воздействие которых испытало на себе большинство людей. Способность удерживать события в памяти и вспоминать во многом связана с гиппокампом, структурой, расположенной внутри лимбической системы. Это очевидным образом следует из того, что при повреждении гиппокампа возникают серьезные нарушения памяти. Знаменита история больного Г. М., в течение долгих лет страдавшего эпилептическими припадками, вследствие чего ему была сделана операция, во время которой были удалены участки мозга, с обеих сторон примыкающие к гиппокампу. В результате снизилась частота и сила припадков, но больной потерял память. Он сохранил способность к восприятию, мог усваивать новые двигательные навыки, но забывал все, что происходило более часа назад. Сам он характеризовал свое состояние так: «Каждый день проходит сам по себе – какую бы радость или печаль он мне ни принес». Он описывал свою жизнь как непрерывное продление того чувства дезориентированности в мире, какое многие из нас испытывают, пробуждаясь ото сна, когда очень трудно бывает вспомнить, что произошло только что. Весьма любопытно, что, несмотря на

грубые нарушения психики, его IQ (коэффициент интеллектуальности) после операции повысился. Он мог отчетливо различать запахи, но затруднялся указать источник каждого из них. Он проявлял так же ясно выраженное безразличие в вопросах пола.

В другом случае молодой американский летчик был ранен на шуточной дуэли с другим военным служащим – острое рапиры прошло через его правую ноздрю, задев ту небольшую часть лимбической системы, что расположена чуть выше носа. В результате память его пострадала, хотя и не так серьезно, как у больного Г. М. При этом многие из его интеллектуальных способностей и способностей к восприятию остались прежними. Повреждение его памяти было особенно заметно на словесном материале. Вдобавок несчастный случай сделал его импотентом и нечувствительным к боли. Однажды он расхаживал босиком по нагретой солнцем металлической палубе прогулочного судна, не сознавая, что ступни ног его сильно обгорели, пока другие пассажиры не стали жаловаться на неприятный запах горелого мяса. Сам же он ни боли, ни запаха не чувствовал.

Подобные случаи с очевидностью свидетельствуют, что столь сложная форма деятельности, как половое поведение, управляется у млекопитающих одновременно всеми тремя частями триединого мозга – Р-комплексом, лимбической системой и новой корой. (Участие Р-комплекса и лимбической системы в половой деятельности мы уже отмечали ранее. Свидетельства участия в ней новой коры легко могут быть получены путем самонаблюдения.)

Одна часть лимбической системы отдана устной речи и восприятию вкуса, другая – сексуальным функциям. Связь между половым поведением и запахом очень древняя, особое развитие она получила у насекомых – обстоятельство, проливающее свет как на плюсы, так и на минусы устройства жизни, свойственного нашим отдаленным предкам, при котором они во всем полагались на свое умение различать запахи.

Однажды я наблюдал эксперимент, в котором голова мухи с помощью очень тонкой проволоочки была соединена с осциллографом, и на его экране можно было видеть все электрические импульсы, генерируемые обонятельной системой мухи. Чтобы получить доступ к механизмам обоняния, голова мухи была только что отделена от туловища и потому все еще в известном смысле функционировала^[17]. Экспериментаторы предъявляли мухе различные пахучие вещества, в том числе неприятные и раздражающие газы, например аммиак, но заметного эффекта не было – на экране осциллографа каждый раз наблюдалась абсолютно горизонтальная линия. Затем перед отделенной от тела мухи головой расположили крохотное количество аттрактанта, выделяемого самкой этого вида, и тотчас же на экране осциллографа появился вертикальный импульс необычайной величины. Муха почти совсем не умела различать запахи, кроме одного лишь запаха аттрактанта. Но уж зато эти молекулы она умела унюхивать исключительно хорошо.

Обонятельная специализация такого рода вообще обычна для насекомых. Шелкопряд способен уловить запах аттрактанта самки даже в том случае, когда его усики достигают всего лишь около сорока молекул этого вещества в секунду. Самке шелкопряда достаточно ежесекундно выделять всего лишь одну стотысячную миллиграмма аттрактанта, чтобы привлечь всех самцов, находящихся вокруг нее в объеме, равном кубической миле. Не будь этого, не было бы шелкопрядов.

Возможно, наиболее любопытный пример использования запаха для выбора брачного партнера и продолжения рода дают нам южноафриканские жуки. На зиму они зарываются в землю, а весной, когда земля оттаивает, выбирают на поверхность, но обессилевшие самцы раскапывают себя на несколько недель раньше, чем самки. В том же районе Южной Африки произрастает вид орхидеи, которая испускает аромат, идентичный запаху аттрактанта самки жука. Очевидно, и орхидеи и жуки выработали в процессе эволюции, по существу, одно и то же вещество. И тут обнаруживается, что самцы жуков чрезвычайно «близоруки», а вдобавок орхидеи располагают свои лепестки таким образом, что подслеповатым жукам кажется, будто они видят самку. Жуки-самцы в течение нескольких недель предаются разнузданному «наслаждению» среди орхидей, а тут вдруг из-под земли появляются самки. Между тем орхидеи уже благополучно опылены жуками. В результате выживают и жуки, и орхидеи. (Кстати сказать, в интересах орхидей не быть слишком уж привлекательными: ведь если жуки не смогут размножаться, то орхидеям не поздоровится.) Таким образом, мы обнаружили одно ограничение чисто обонятельного полового раздражителя. Другое заключается в том, что, поскольку все

самки жука выделяют один и тот же половой аттрактант, самцу нелегко выбрать себе даму сердца. Получается, что самцы изо всех сил стараются привлечь самку или, если речь идет о жуках-рогачах, бьются жвалой к жвалу с соперниками, зная, что в качестве приза получают самку, а половой аттрактант, испускаемый самками, служит главным образом для того, чтобы снизить степень полового отбора среди насекомых.

Иные способы найти себе брачного партнера возникли у рептилий, птиц и млекопитающих. Но связь полового поведения и запаха все еще ясно видна нейроанатомически у высших животных и анекдотически – у людей. Я думаю иногда: не служат ли дезодоранты, особенно «женские», благородному делу снижения сексуального возбуждения, чтобы дать нашим мыслям возможность хоть изредка сосредоточиться на чем-нибудь ином.

3. Новая кора

Повреждения переднего мозга даже рыбу лишают инициативы и осторожности. У высших животных эти качества, значительно более развитые, локализованы в новой коре – местонахождении многих познавательных функций, характерных для человека. Обычно ее делят на четыре главные части, или доли: лобная, теменная, височная и затылочная. Раньше нейрофизиологи считали, что высшие разделы мозга связаны лишь между собой, но теперь установлено, что они имеют много связей и с подкорковыми отделами мозга. Однако ни в коем случае нельзя считать доказанным, что те части, на которые условно подразделена новая кора, представляют собой функциональные единицы. Каждая из них, вне сомнения, имеет много разных функций, а некоторые функции могут выполняться всеми долями или несколькими из них. В частности, лобные доли, помимо прочего, ответственны, видимо, за планирование действий и управление ими, теменные доли – за пространственное восприятие и обмен информацией между мозгом и остальной частью тела, височные доли – за множество сложных задач восприятия и, наконец, затылочные доли – за зрение, которое является главным органом чувств у человека и других приматов.

В течение многих десятилетий среди нейрофизиологов преобладала точка зрения, что лобные доли, расположенные сразу же за лобными костями, – то место мозга, где осуществляется предвидение и планирование будущего, то есть две функции, наиболее характерные для человеческого поведения. Но последние исследования показали, что положение не столь просто. Большое число случаев поражения лобных долей, происшедших главным образом в результате огнестрельных ранений головы, были изучены американским нейрофизиологом Гансом-Лукасом Теубером в Массачусетском технологическом институте. Он обнаружил, что многие поражения лобных долей мозга не оказывают почти никакого видимого воздействия на поведение человека. Однако при грубом их разрушении «пациент не полностью лишен способности предвидеть ход событий, но не может представить себя в качестве их потенциального участника». Теубер подчеркивает тот факт, что лобные доли заняты предвидением не только двигательной, но и познавательной деятельности, в частности оценкой тех последствий, к которым приведут произвольные движения. Лобные доли также осуществляют связь между зрением и прямохождением.

Таким образом, лобные доли могут участвовать в осуществлении функций, присущих лишь человеку, двумя различными путями. Если они управляют предвидением будущего, то обязаны быть также местонахождением забот и вместилищем тревог. Вот почему отсечение лобных долей уменьшает тревожность. Но в то же время такое отсечение – префронтальная лоботомия – весьма уменьшает и способность пациента оставаться человеком. Цена, которую мы платим за предвидение будущего, – это тревога о нем. Возможно, не такая уж радость предсказывать несчастье; Поллианна была намного счастливее Кассандры^[18]. Но кассандрический компонент нашего естества необходим для выживания. Соображения, касающиеся позиции, занимаемой человеком относительно будущего, легли в основу этики, магии, науки и законности. Выгода от предвидения катастрофы заключается в возможности предпринять шаги к тому, чтобы попытаться избежать ее, жертвуя сиюминутным выигрышем в пользу завтрашнего блага. В результате подобного предвидения общество обеспечивает себе материальную безопасность и тем получает возможность создавать для своих членов свободное время, необходимое для социального и технического развития.

Другая функция, которую, как полагают, осуществляют лобные доли мозга, — это обеспечение возможности ходить на двух ногах. Наша вертикальная походка была бы невозможна без лобных долей. Как будет более подробно показано дальше, умение стоять на двух ногах освободило наши руки для выполнения сложных действий, что, в свою очередь, привело к развитию истинно человеческих культурных и физиологических черт. В самом прямом смысле этих слов цивилизация есть продукт деятельности лобных долей.

Зрительная информация от глаз поступает в мозг человека, в основном в затылочную его долю, находящуюся в задней части головы, слуховое восприятие — в верхнюю часть височной доли, расположенной за висками. Есть отдельные свидетельства, что эти части новой коры значительно хуже развиты у слепоглухонемых. Поражения затылочной доли в результате огнестрельного ранения, например, часто являются причиной нарушения поля зрения. Больной может быть во всех остальных отношениях совершенно нормальным, но ему доступно лишь периферическое зрение, прямо перед собою он видит лишь неясно очерченное размытое пятно. В других случаях бывает более странное нарушение зрительного восприятия, в том числе геометрически правильные «плавающие» нарушения поля зрения, своего рода «зрительные припадки», когда, например, предмет, находящийся на полу справа и внизу от пациента, в какие-то моменты воспринимается им как плавающий в воздухе слева и вверху от него, вдобавок повернутым на 180 градусов. Если систематически изучать различные нарушения зрения, случающиеся при различных поражениях затылочных долей, то становится возможным определить, какая часть затылочной доли коры головного мозга ответственна за какую из зрительных функций. У детей, чей мозг способен к самопочинке или к передаче нарушенных функций соседним участкам, вероятность постоянного нарушения зрения значительно меньше, чем у взрослых.

Способность связывать между собой звуковые и зрительные сигналы локализована в височной доле. Повреждения ее приводят к афазии, то есть невозможности различать устную речь. Примечательно и важно, что больные, у которых поврежден мозг, могут совершенно свободно владеть устной речью, а в то же время полностью утратить способность к письму, или же наоборот. Они могут уметь писать, но не читать, уметь читать цифры, но не буквы, называть предметы, но не цвета. В неокортексе существует удивительное разделение функций, противоречащее привычному представлению, будто чтение и письмо, узнавание слов и узнавание цифр — это очень близкие вещи. Есть также, пока еще, правда, не подтвержденные, сообщения о том, что встречается повреждение мозга, в результате которого больной перестает понимать или страдательный залог, или предложные обороты, или притяжательные конструкции. (Может быть, однажды обнаружат и местонахождение сослагательного наклонения. Не окажется ли тогда, что у людей, говорящих на романских языках, этот крохотный участок мозга необычайно увеличен, а у тех, чей родной язык английский, наоборот, весьма недоразвит?) Как это ни удивительно, похоже, что различные абстрактные понятия, включая грамматические «части речи», впаяны в свои особые участки мозга.

Известен случай, когда поражение височной доли коры головного мозга вызвало совсем уж удивительное нарушение зрительного восприятия, при котором больной не мог различать лица, даже лица членов своей семьи. Когда ему показали изображение человеческого лица, он сказал, что это, возможно, яблоко. На просьбу подтвердить чем-либо свое предположение, он отождествил рот с надрезом на яблоке, нос — с черенком, согнутым вдоль поверхности яблока, а глаза — с двумя отверстиями, проделанными червяком-вредителем. Но тот же самый пациент мог в совершенстве распознавать изображения домов и других неодушевленных предметов. Различного рода эксперименты показывают, что повреждения правой затылочной доли коры головного мозга ведут к тому, что больной не может вызвать в памяти несловесные образы, а повреждения левой затылочной доли ведут к потере языковой памяти.

Наши способности читать и составлять карты, ориентироваться в трехмерном пространстве и пользоваться подходящими к случаю символами (вероятно, все эти способности либо участвуют в создании языка, либо используют его) сильно страдают при повреждении теменной доли, расположенной вблизи макушки. Один солдат, который во время войны получил тяжелое проникающее ранение теменной доли, в течение целого года не мог попасть ногами в тапочки или же найти свою кровать в госпитальной палате. Впоследствии тем не менее он почти полностью выздоровел.

Повреждения извилины неокортекса, расположенной в теменной части мозга, вызывают алексию, то есть неспособность распознавать печатный текст. Обнаружилось, что теменная доля коры участвует в построении всех знаковых языков, и потому ее повреждение приводит к резкому снижению умственных способностей, что проявляется в каждодневном поведении.

Среди всех абстракций, доступных новой коре, высшая – это пользование знаковыми языками, особенно чтение, письмо и математика. Они требуют согласованной деятельности височной, теменной и лобной долей, а может быть, также и затылочной. Однако не все знаковые языки являются неокортикальными; например, пчелы, не обладающие даже намеком на эту часть мозга, выработали богатый язык танца (впервые изученный австрийским энтомологом Карлом фон Фришем), с помощью которого они обмениваются информацией о том, в каком направлении и на каком расстоянии находится пища. Это своеобразный язык жестов, имитирующий движения, которые пчелы на самом деле выполняют, когда находят пищу, – мы бы на их месте сделали несколько шагов в направлении к холодильнику, похлопали себя по животу, прищелкивая при этом языком. Однако словарь этого языка крайне ограничен, он включает в себя, быть может, всего несколько десятков слов. То обучение, которому подвергаются наши малыши во время долгого периода детства, почти целиком – неокортикальная функция.

Хотя большая часть обонятельной информации перерабатывается в лимбической системе, кое-какая работа с ней происходит и в неокортексе. Похожая ситуация складывается и с памятью. Кроме обонятельной коры, важной частью лимбической системы является, как уже говорилось, гиппокамп. После того как у животного удалена обонятельная кора, оно может все-таки улавливать запах, хотя и значительно хуже, чем раньше. Это еще одна демонстрация избыточности функций мозга. Есть данные, позволяющие полагать, что у современного человека механизм кратковременной памяти на запах находится в гиппокампе. Первоначальной функцией гиппокампа могла быть исключительно кратковременная память на запах, полезная, например, для выслеживания жертвы или нахождения существ противоположного пола. Но двустороннее повреждение гиппокампа приводит, как в случае с больным Г. М., к серьезным нарушениям всех видов кратковременной памяти. Такие больные в буквальном смысле не могут вспомнить, что случилось секунду назад. Очевидно, как гиппокамп, так и лобные доли участвуют в организации кратковременной памяти человека.

Один из интересных выводов, следующих из этого утверждения, заключается в том, что механизмы кратковременной и долговременной памяти расположены в различных частях мозга. Классический условный рефлекс – способность павловских собак выделять слюну в тот момент, когда звонит звонок, – вероятно, базируется в лимбической системе. Это долговременная память, но очень ограниченного типа. Сложная человеческая долговременная память связана с новой корой, которая дает человеку возможность продумывать наперед свои действия. По мере того как мы стареем, мы все чаще забываем, что было сказано нам мгновение назад, а в то же время сохраняем в памяти яркие и точные образы событий, происходивших в нашем детстве. При этом, однако, и наша кратковременная и наша долговременная память остается в полном порядке – мы испытываем лишь сложности в переписывании нового материала из первой во вторую. Пенфилд полагает, что причина тут кроется в недостаточном кровоснабжении гиппокампа в старости – из-за атеросклероза или иных физических недугов. Таким образом, старики – а также и не такие уж старики – могут испытывать серьезные трудности, связанные с доступом к кратковременной памяти, обладая в других случаях живым и острым умом^[19]. Здесь видно отчетливое различие между кратковременной и долговременной памятью, объясняющееся их локализацией в различных частях мозга. Официантки в закусочных могут запоминать огромное количество информации, которую они с большой точностью передают на кухню. Но час спустя вся она полностью стирается, поскольку была заложена в кратковременную память и не было предпринято никаких усилий, чтобы переписать ее в долговременную.

Механизм извлечения из памяти может быть сложным. Обычно мы знаем, что в нашей долговременной памяти находится нечто – слово, имя, лицо или опыт, но не можем вызвать их оттуда, как бы ни пытались. Но стоит подумать о чем-либо другом, но близком, и память сама отдает нам то, что скрывала. (Человеческое зрение устроено в какой-то мере сходным образом. Когда мы смотрим на плохо различимый объект – скажем, на звезду – прямо, то работает так называемая центральная ямка глаза, то есть тот участок сетчатки, где острота зрения максимальна и также максимальна плотность светочувствительности клеток, называемых

колбочками. Но когда мы переводим взгляд немного в сторону, глядя на предмет, как говорится, искоса, мы тем самым включаем в игру другие клетки, называемые палочками, которые способны улавливать слабый свет и, стало быть, могут увидеть плохо различимую звезду.) Интересно было бы узнать, отчего «думание вбок» облегчает вспоминание. Быть может, тут все дело просто в том, что таким образом к нужным следам в памяти удастся добраться другим нейронным путем – правда, эта гипотеза предполагает, что деятельность нашего мозга организована не слишком удачно.

Каждому из нас случалось однажды проснуться с ощущением, что утром обязательно вспомнишь вот этот яркий, леденящий, многое объясняющий или еще чем-нибудь замечательный сон, однако на следующий день в памяти не остается ни малейшего следа от содержания этого сновидения или, в лучшем случае, сохраняется лишь смутное воспоминание о тех эмоциях, что он вызвал. С другой стороны, если сон этот показался мне достаточно важной причиной, чтобы разбудить среди ночи жену и рассказать ей о нем, то утром я безо всякой ее помощи легко восстанавливаю в памяти его содержание. Точно так же, если я дал себе труд записать свой сон, то, проснувшись, совершенно свободно вспоминаю его, не обращаясь к своим ночным заметкам. То же происходит, если нужно запомнить номер телефона. Если мне сообщают его и я просто думаю об этом номере, скорее всего я его забуду или перепутаю цифры. Если же я повторю номер телефона вслух или запишу его, то потом легко могу вспомнить. Это, безусловно, означает, что в нашем мозге есть участок, который запоминает звуки и образы, а не мысли. Мне думается, память такого рода возникла еще до того, как у нас в голове появилось слишком много мыслей, – в те времена, когда важным было запомнить шипение нападающей рептилии или тень падающего камнем сокола, а не наши собственные случайные философские размышления.

О природе человека

Несмотря на всю привлекательность идеи локализации функций, которая составляет суть триединой модели мозга, я еще раз подчеркиваю, что было бы нелепым упрощением утверждать, будто различные функции в мозге совершенно разделены. Ритуальное и эмоциональное поведение людей, вне всякого сомнения, находится под сильным влиянием абстрактного мышления, свойственного новым областям коры. На этом, как показал анализ, основаны чисто религиозные верования, а также сугубо логические (философские) обоснования общественной иерархии – вроде утверждений, будто монархи – это помазанники Божьи (Т. Гоббс). Точно так же животные, в том числе не являющиеся даже приматами, имеют некоторые задатки аналитического мышления. Во всяком случае, у меня сложилось такое впечатление в отношении дельфинов, о чем я писал в своей книге «Космическая связь».

С этими оговорками можно тем не менее в первом приближении считать, что ритуальный и иерархический аспекты нашей жизни находятся под сильным влиянием Р-комплекса и общи для нас и наших предков-рептилий; что альтруистический, эмоциональный и религиозный аспекты нашей жизни в значительной мере управляются лимбической системой и общи для нас и наших предков – млекопитающих-неприматов (а возможно, и птиц); что разум – это функция новых областей коры головного мозга, неокортекса, которая в какой-то мере общая у нас и у высших приматов, а также у таких китообразных, как дельфины и кашалоты. Ритуалы, эмоции и рассуждения – все это важные признаки человеческого в человеке, но еще более важно то, что только человек умеет мыслить абстрактно. Мы любознательны, постоянно делаем что-то для удовлетворения каких-либо своих насущных потребностей, но опять-таки к самым человеческим формам деятельности относятся занятия наукой, техникой, музыкой и живописью. Круг специфически человеческих занятий гораздо шире того, который мы по привычке обозначаем словом «гуманитарные», сужая тем самым взгляд на то, что является истинно человеческим. Если этого не учитывать, то человеческое можно найти у китов и слонов.

Модель триединого мозга основана на данных сравнительной нейроанатомии и изучении поведения. Но людям не чуждо и стремление честно заглянуть внутрь самих себя, а потому, если модель триединого мозга верна, мы можем надеяться найти некоторые намеки на ее правильность в истории человеческого самопознания. Самая известная из гипотез, которая в чем-то напоминает идею триединого мозга, – это придуманное Зигмундом Фрейдом разделение

человеческой психики на Ид, Эго и Суперэго. Те аспекты Р-комплекса, что связаны с агрессивностью и сексуальностью, вполне удовлетворительно соответствуют данному Фрейдом определению Ид (по-латыни значит «оно», то есть обозначает животный аспект нашей натуры), но, насколько я знаю, в своем описании Ид Фрейд не говорил о ритуальном и социально-иерархическом аспектах Р-комплекса. Он считал эмоции функцией Эго, в частности «океанического опыта» – фрейдистского эквивалента религиозному прозрению. Однако Супер-эго первоначально был описан не как вместилище абстрактного мышления, а как хранилище структур, связанных с понятиями «социум» и «семья», что в модели триединого мозга скорее уже относится к Р-комплексу. Таким образом, психоаналитическая идея о делении человеческой психики на три части находится лишь в слабом соответствии с моделью триединого мозга.

Быть может, более подходящая метафора – фрейдистское деление психики на сознательное, подсознательное (которое скрыто, но может выйти наружу) и бессознательное (которое подавляется или недоступно). Когда Фрейд говорил, что «склонность человека к неврозам является обратной стороной его склонности к культурному развитию», он имел в виду сложности в отношениях, которые существуют между тремя компонентами человеческой души. Он называл бессознательные функции «первичными процессами».

Но самую точную по совпадению внутреннего мира метафору человека мы обнаруживаем в Платоновом диалоге «Федр». Там Сократ уподобляет душу колеснице, влекомой двумя лошадьми, черной и белой, которые тянут ее в противоположных направлениях и плохо подчиняются вознице. Колесница очень напоминает нейрошасси Мак-Лина, две лошади – Р-комплекс и лимбическую кору, а возничий, едва способный управлять накренившейся колесницей и лошадьми, – неокортекс. Еще одна метафора Фрейда описывает Эго как наездника на непокорной лошади. Обе метафоры, и Фрейда и Платона, подчеркивают определенную самостоятельность частей души, а также напряженность их отношений между собой. Все это характерно для человека, и мы к этому еще вернемся. Вследствие того, что между тремя его компонентами существуют нейроанатомические связи, сам триединый мозг, подобно колеснице из платоновского «Федра», нужно считать метафорой. Но эта метафора может оказаться глубокой и полезной.

IV. Эдем как метафора: эволюция человека

...Тогда без горести
Покинешь этот Рай, приобретя
Другой – внутри себя, еще счастливей...
Так, об руку рука, сквозь сад Эдема
Они неспешно одиноки шли.

Джон Мильтон. Потерянный рай

Зачем покинул ты привычный путь людской
Так скоро, слабою рукой, но храбрым сердцем
Голодного дракона растревожив в его норе?
Ты беззащитен был, но где ж тогда скрывалась
Та мудрость, что всегда – зеркальный щит?..

Перси Биши Шелли. Адонис

Масса насекомого относительно поверхности его тела очень мала. Жук, падая с большой высоты, скоро достигает конечной скорости: сопротивление воздуха не дает ему падать слишком быстро, и после приземления он уползает прочь – ничего хуже этого с ним не случается. То же

самое можно сказать и о мелких млекопитающих, к примеру о белках. Упав в шахту глубиной в триста метров, мышь, конечно, не избежит нервного шока, но, если грунт внизу мягкий, ей не грозят какие-либо существенные повреждения. Люди же при любом падении с высоты более чем несколько метров обычно получают тяжелые увечья или вообще погибают: размеры наши таковы, что мы весим слишком много по отношению к поверхности своего тела. Поэтому нашим прародителям, обитавшим на деревьях, приходилось вести себя осторожно. Перескакивая с ветки на ветку, они не имели права совершать ошибки, ибо каждая из них могла оказаться смертельной. Однако каждый такой прыжок создавал предпосылки для эволюции. Могущественные силы отбора работали, конструируя организм, обладающий грацией и проворством, точным бинокулярным зрением, универсальной подвижностью, превосходной координацией между глазом и рукой, а также интуитивным пониманием ньютоновского закона тяготения. Но любой из этих навыков требовал значительного улучшения работы мозга наших предков и особенно развития новой коры. Человеческий разум обязан своим происхождением миллионам лет, которые провели на верхушках деревьев наши предшественники.

Но и потом, спустившись с деревьев и вернувшись в саванну, разве не тосковали мы по великолепным грациозным скачкам и приводившим в экстаз мгновениям невесомости в лучах солнца у крыши леса? А разве рефлекс страха удерживает наших мальчишек от лазания на деревья? А наши полеты во сне и мечты о них наяву, так ярко выраженные в жизнях Леонардо да Винчи и Константина Циолковского, – не являются ли они ностальгическими воспоминаниями о давно ушедших днях, проведенных на ветвях у самых верхушек?^[20]

У других млекопитающих, даже у других приматов и некитообразных млекопитающих, тоже есть новая кора. Но когда же на пути эволюции, ведущей к человеку, произошло первое широкомасштабное развитие неокортекса? Несмотря на то что никто из наших обезьяноподобных предков не уцелел до наших дней, на этот вопрос все же можно найти ответ или по крайней мере приблизиться к нему, исследуя ископаемые остатки черепов. У людей, обезьян и других млекопитающих мозг заполняет почти весь объем черепа. У рыб, к примеру, это не так. Изготовив слепок черепа, мы можем определить его объем и таким образом получить приблизительные оценки размера мозга наших непосредственных предшественников и побочных родственников.

Палеонтологи все еще горячо спорят над вопросом, кто был и кто не был предком человека, и не проходит года без новых открытий человеческих останков, возраст которых постоянно увеличивается. Можно, однако, считать установленным, что около пяти миллионов лет назад на Земле обитало множество человекообразных обезьян – так называемых изящных австралопитеков, которые ходили на двух ногах и обладали объемом мозга приблизительно в 500 кубических сантиметров, что на 100 кубических сантиметров больше, чем у современных шимпанзе. На этом основании палеонтологи пришли к выводу, что «бипедализм предшествовал энцефализации». Этим они хотели сказать, что наши предшественники научились ходить на двух ногах раньше, чем у них развился большой мозг.

А три миллиона лет назад уже наблюдалось большое разнообразие существ, ходивших на двух ногах и имевших самый различный объем черепа – у некоторых он значительно превосходил тот, что был у восточноафриканского изящного австралопитека несколько миллионов лет ранее. У одного из них, которого Л. С. Б. Лики, англо-кенийский антрополог, назвал *Homo habilis*, то есть Человек умелый, объем мозга равнялся приблизительно 700 кубическим сантиметрам. У нас есть также археологические данные, говорящие о том, что Человек умелый умел изготавливать орудия. Мысль, что орудия являются одновременно причиной и следствием прямохождения, освободившего руки, впервые была высказана Чарлзом Дарвином. Тот факт, что эти важные изменения в поведении сопровождались не менее важными изменениями объема мозга, еще не доказывает, что одно есть причина другого, но наши предыдущие рассуждения делают такую причинную обусловленность весьма вероятной.

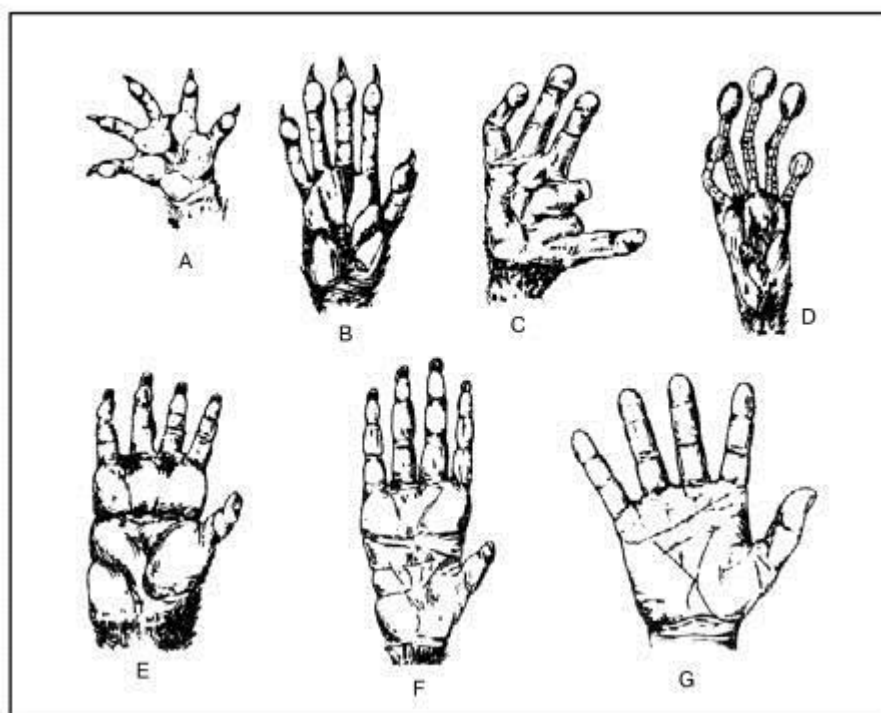


Рис. 11. Передние конечности животных, приспособленные к их образу жизни, и наоборот. Изображенные на рисунке принадлежат: *A* — опоссуму; *B* — древесной землеройке; *C* — западноафриканскому лемуру; *D* — долгопяту; *E* — бабуину (его конечности используются частично как руки, а частично как ноги); *F* — орангутану, хорошо лазающему по деревьям; *G* — человеку, у которого большой палец относительно длинен и обособлен

Таблица IV сводит воедино знания о наших близких и побочных родственниках, полученные благодаря ископаемым остаткам, собранным до 1976 года. Оба весьма отличных один от другого вида австралопитеков, указанных в ней, не принадлежали к роду Номо, то есть не были людьми; они все еще не целиком перешли к прямохождению, и масса их мозга равнялась приблизительно трети массы мозга современного взрослого человека. Встреть мы австралопитека, скажем, в метро, мы бы в первую очередь были поражены полным отсутствием лба на его лице. Из всех низколобых он был самым низколобым и в прямом и в переносном смысле. Между двумя видами австралопитеков была большая разница. Австралопитек массивный (*Australopithecus robustus*) был выше и тяжелее, с весьма внушительными зубодробильными челюстями с замечательной неподверженностью эволюции. Внутрочерепной объем Австралопитека массивного очень мало менялся от особи к особи на протяжении миллионов лет. Изыщные австралопитеки, опять же судя по челюстям, вероятно, потребляли в пищу уже не только овощи, но и мясо. Они были меньше и легче, на что указывает и их название. Тем не менее они гораздо старше своих массивных кузенов, а величина внутрочерепного объема у них изменялась значительно больше. И, что важнее всего, поселения изыщных австралопитеков связаны с ясно выраженным производством: изготовлением орудий из камня, а также из костей, рогов и зубов животных. Тщательно вырезанные и отполированные, это были орудия для обрубания, дробления, резания, трамбования. С именем Австралопитека массивного не связано изготовление каких-либо орудий. Отношение массы мозга к массе тела у Австралопитека изыщного почти вдвое больше, чем у массивного, что приводит к естественным размышлениям о том, не это ли «вдвое» создает антитезу «орудия — отсутствие орудий»?

Таблица IV

Наши недавние предки и побочные родственники

Вид	Наиболее ранние находки	Объем черепа	Рост и вес	Отношение массы тела к массе мозга	Примечания
Австралопитек массивный, включая парантропа и зинджантропа (<i>Australopithecus robustus</i>)	3,5 млн. лет	500–550 см ³	1,5 м 40–60 кг	90	Мощный жевательный аппарат; возможно, чистый вегетарианец; несовершенное прямохождение; отсутствие лба; жил в кустарнике; отсутствие орудий
Австралопитек африканский (<i>Australopithecus africanus</i>) — из изящных австралопитеков	6,0 млн. лет	430–600 см ³	1–1,25 м 20–30 кг	50	Крупные клыки и резцы; возможно, всеяден; несовершенное прямохождение; небольшой лоб; обитал в кустарнике и лесной чаще; владел каменными и костяными орудиями
Человек умелый (<i>Homo habilis</i>)	3,7 млн. лет	500–800 см ³	1,2–1,4 м 30–50 кг	60	Высокий лоб; безусловно, всеяден; полностью прямоходящий; обитал в саванне; владел каменными орудиями; возможно, умел строить жилища
Человек прямоходящий — питекантроп (<i>Homo erectus</i>)	1,5 млн. лет	750–1250 см ³	1,4–1,8 м 40–80 кг	65	Высокий лоб; безусловно, всеяден; полностью прямоходящий; обитал в различных условиях; владел каменными орудиями; владел огнем
Человек разумный (<i>Homo sapiens</i>)	0,2 млн. лет	1100–2200 см ³	1,4–2,0 м 40–100 кг	45	Высокий лоб; безусловно, всеяден; полностью прямоходящий; расселен по всей планете; владеет каменными, металлическими, электронными, ядерными орудиями

Приблизительно в ту же эпоху, когда возник Австралопитек массивный, появилось и новое существо – Человек умелый (*Homo habilis*), первый настоящий человек. У него была больше и масса тела, и масса мозга, чем у обоих австралопитеков, а отношение массы мозга к массе тела у него было приблизительно таким же, как у изящного австралопитека. Человек умелый возник в то время, когда по климатическим причинам леса начали отступать. Он поселился в обширных африканских саваннах, среди огромного количества разного рода хищников и их жертв. На этих поросших низкой травой равнинах возникли вместе и первый современный человек, и первая современная лошадь. Сказать, что они были современниками, – значит почти не ошибиться.

В последние шестьдесят миллионов лет происходила непрерывная эволюция копытных четвероногих животных, хорошо запечатленная в ископаемых остатках и закончившаяся появлением современной лошади. Эогиппус, перволошадь, жившая около пятидесяти миллионов лет назад, была размером с английского колли, имела объем мозга около двадцати пяти

кубических сантиметров. Отношение массы мозга к массе тела у нее было приблизительно в два раза меньше, чем у сравнимых с ней современных млекопитающих. С тех пор лошади испытали резкие изменения как в абсолютных, так и в относительных размерах мозга, при этом в основном развивалась новая кора и особенно лобные ее доли. Эти эволюционные изменения, безусловно, сопровождались значительным улучшением лошадиного интеллекта. Любопытно, есть ли общие причины у параллельного развития разума человека и лошади? Нужно ли было лошадям, например, становиться быстрыми на ноги, обладать тонким чутьем и разумом, достаточным для того, чтобы обмануть и ускользнуть от хищников, которые охотились за приматами так же, как за лошадьми?

У Человека умелого (*Homo habilis*) был высокий лоб, что позволяет предполагать значительное развитие новых областей лобной и височной долей коры, а также тех областей мозга – речь о них пойдет позже, – которые, вероятно, связаны со способностью говорить. Столкнись мы с Человеком умелым, одетым по последней моде, скажем на бульваре большого современного города, мы, вероятно, лишь окинули бы его безразличным взглядом, и то только из-за его относительно невысокого роста. С именем Человека умелого связан целый ряд разнообразных орудий значительной степени сложности. И в добавление к этому надо сказать, что Человек умелый еще задолго до того, как люди поселились в пещерах, по всей вероятности, уже строил убежища прямо «на природе», вероятно, из дерева, прутьев и камней, о чем свидетельствуют камни, выложенные различным образом по кругу. Так как Человек умелый и Австралопитек массивный возникли одновременно, маловероятно, что один из них мог быть предком другого. Виды, относящиеся к изящным австралопитекам, тоже были современниками Человека умелого, но значительно более древними. Поэтому, возможно, хотя это никоим образом нельзя считать доказанным, что оба они – Человек умелый с его многообещающим эволюционным будущим, и Австралопитек массивный, тупик эволюционного развития, – произошли от одного из видов изящных австралопитеков (*Australopithecus africanus*), который жил достаточно долго, чтобы оказаться их современником.

Первым человеком, размер черепа которого больше, чем у современного человека, был Человек прямоходящий (*Homo erectus*). Многие годы основные останки его находили лишь в Китае, и считалось, что им около полумиллиона лет. Но в 1976 году Ричард Лики из Национального музея Кении сообщил, что в геологическом пласте, возраст которого полтора миллиона лет, им найден почти полностью сохранившийся череп Человека прямоходящего. Поскольку китайские останки Человека прямоходящего прочно связаны со следами бивачного огня, наши предки, возможно, приручили огонь намного раньше, чем полмиллиона лет назад, что делает возраст Прометея значительно большим, чем считалось.

Вероятно, самое удивительное в археологических находках, касающихся орудий, то, что, как только они появились, их сразу стало великое множество. Это выглядит так, словно изящные австралопитеки, воодушевленные своим открытием тех возможностей, что дает применение орудий, сразу же обучили искусству их изготовления всех своих родственников и знакомых. И нет другого способа объяснить непрерывное появление новых каменных орудий, чем признать, что у австралопитеков были образовательные учреждения. Возможно, существовал своего рода союз камнерезов, передававших от поколения к поколению драгоценное знание о том, как производить и употреблять орудия, – знание, которое в конце концов подвигло слабых и почти беззащитных приматов к завоеванию главенствующего положения на планете Земля. Открыл ли род Номо орудия самостоятельно или занял это открытие у рода *Australopithecus*, остается неизвестным.

Мы видим из таблицы, что в пределах точности измерения отношение массы тела к массе мозга приблизительно одинаково у изящных австралопитеков, Человека умелого, Человека прямоходящего и современного человека. Поэтому успехи, которых мы достигли в последние несколько миллионов лет, не могут быть объяснены одной лишь величиной отношения массы мозга к массе тела, но уже скорее увеличением общей массы мозга, улучшением в распределении новых функций, усложнением самого мозга и особенно внесоматическими знаниями.

Л. С. Б. Лики обращал особое внимание на то, что среди окаменелостей, возраст которых несколько миллионов лет, поражает гигантское число разнообразных человекоподобных существ, поразительно большое количество которых найдено с повреждениями черепа в виде дыр или трещин. Часть из них могла быть нанесена леопардами или гиенами, но, как считают

Лики и южноафриканский анатом Раймонд Дарт, многие из них – дело рук наших с вами предков. Во времена плиоцена и плейстоцена почти наверняка существовала жестокая конкуренция между многими видами человеко-подобных существ, из которых выжила лишь одна линия – ее составили те, кто умел обращаться с орудиями, и это были наши предки. Какую роль играло убийство в этой конкуренции, остается открытым вопросом. Изыщные австралопитеки были прямоходящими, проворными, быстроногими, ростом три с половиной фута – «невысоким народцем».

Иногда я думаю: не являются ли наши мифы о гномах, троллях, великанах и карликах генетической или культурной памятью о тех временах?

В то же самое время, когда объем черепа человеко-подобных претерпел столь резкое увеличение, еще одно удивительное изменение произошло в анатомии человека. Как установил английский анатом сэр Уилфред Ле Грос Кларк из Оксфордского университета, полностью переоформился человеческий таз. Скорее всего, это потребовалось для того, чтобы дать возможность рожаться детям последней модели – с большим мозгом. Размер тазового пояса современной женщины достиг величины, когда, видимо, уже невозможно его увеличить – иначе ей трудно станет нормально ходить. Это параллельное протекание двух эволюционных процессов прекрасно иллюстрирует, как работает естественный отбор. Те матери, что по наследству получили широкий таз, были способны рожать детей с большим мозгом, а те, став взрослыми, могли побеждать в конкурентной борьбе с теми, кто был рожден матерями с узким тазом. Дело в том, что во времена плейстоцена тот, кто владел каменным топором, имел больше шансов одержать верх в напряженной «борьбе мнений». Что еще важнее, он был более удачливым охотником. Но изобретение и производство каменного топора требовали больших размеров мозга.

Насколько мне известно, деторождение связано с болью всего у одного из миллионов видов, населяющих Землю: у людей. Это, очевидно, следствие недавнего и все еще продолжающегося увеличения объема черепа. У современных мужчин и женщин череп вдвое больше, чем у Человека умелого. Деторождение потому и вызывает боль, что эволюция человеческого мозга проходила поразительно быстро и в самое недавнее время. Американский анатом Херрик так описывал развитие новой коры – неокортекса: «Этот взрывоподобный рост в самом конце развития вида – один из наиболее драматических случаев эволюционного преобразования, известных сравнительной анатомии». Неполное зарастание черепа у новорожденных – родничок – является, скорее всего, свидетельством того, что человеческий организм еще не успел приспособиться к столь стремительной эволюции мозга.

Связь между эволюцией разума и болезненностью деторождения неожиданным образом отмечена в Книге Бытия. В наказание за то, что Ева съела плод с дерева познания, добра и зла, Господь Бог говорит ей: «В болезни будешь рожать детей» (Бытие, гл. 3, стих 16)^[21]. Любопытно, что Господь наложил запрет на получение людьми не вообще **любого** знания, но именно знания разницы между добром и злом, другими словами, лишил людей способности к абстрактным и моральным суждениям, которые если и пребывают в каком-либо определенном месте, то только в неокортексе. Даже в те времена, когда писалась история Эдема, развитие познавательных способностей рассматривалось как наделение человека божественной силой и вместе с тем возложение на него огромной ответственности: «И сказал Господь Бог: вот, Адам стал как один из Нас, зная добро и зло; и теперь как бы не простер он руки своей, и не взял также от дерева жизни, и не вкусил, и не стал жить вечно» (Бытие, гл. 3, стих 22). Потому Адама и следует выдворить из Райского сада. И Господь ставит херувимов (cherubim) с пламенным мечом к востоку от Эдема, чтобы охранять Древо Жизни от покушательства человека на него^[22].

Возможно, сад Эдема не так уж сильно отличается от Земли, во всяком случае в представлении наших предков, живших три или четыре миллиона лет назад, во время легендарного золотого века, когда род Ното идеально вписывался в сообщество других животных и растений. Согласно библейским сообщениям, после грехопадения человечество получило в наказание такие вещи, как смерть, тяжелую работу, одежду и стыдливость (вероятно, чтобы ограничить продолжение человеческого рода), главенство мужчины над женщиной, акклиматизацию растений (Каин), одомашнивание животных (Авель) и убийство (Каин плюс Авель). Все это вполне соответствует историческим и археологическим данным. Метафора Эдема не предполагает убийства до грехопадения. Но пробитые черепа прямоходящих двуногих

существ, не принадлежащих к той линии, что привела к человеку, свидетельствуют, что наши предки убивали во множестве даже в Эдеме.

Цивилизация получила свое развитие не от Авеля, а от Каина, его убийцы. Само слово «цивилизация» происходит от латинского слова, означающего «город». Именно появление в первых городах свободного времени, общественной организации и разделения труда обусловили рождение искусства и промышленности, которые мы считаем главными признаками цивилизации. Первый город, если верить Книге Бытия, был основан Каином, изобретателем земледелия – технологии возделывания растений, которая требует оседлого образа жизни. И именно его потомки, сыновья Ламеха, стали родоначальниками металлургии и музыки, то есть промышленности и искусства: один из них был «отец всех играющих на гуслях и свирели», другой – «ковачом всех орудий из меди и железа». А страсти, которые вели к убийству, не ослабевали: «И сказал Ламех... я убил мужа в язву мне и отрока в рану мне; если за Каина отменится всемеро, то за Ламеха в семьдесят раз всемеро». С тех самых пор живет в нас связь между убийством и изобретательностью. Оба они рождены земледелием и цивилизацией.

Одним из самых ранних последствий умения предвидеть, которое развивалось вместе с эволюцией префронтальных долей коры головного мозга, было, наверное, осознание неотвратимости смерти. Человек, вероятно, единственное существо на Земле с относительно ясным взглядом на неизбежность собственного конца. Процедуры захоронения, включавшие в себя погребение пищи и предметов обихода вместе с умершим, уходят корнями во времена нашего неандертальского кузена и предполагают не только широко распространенное осознание смерти, но и уже хорошо разработанный ритуал по поддержанию умершего в ином мире. Это, конечно, не означает, что смерти не существовало до того, как начала столь стремительно расти новая кора, то есть до изгнания из Эдема, просто до тех пор никто не замечал, что смерть – это конец его собственного существования.

Изгнание из садов Эдема представляется правомерной метафорой некоторых важнейших биологических событий, случившихся в последней стадии эволюции человека. Здесь, должно быть, и скрыта причина популярности этого мифа^[23]. Он не настолько правдоподобен, чтобы заставить нас верить в своего рода биологическую память о событиях древней истории, но, на мой взгляд, позволяет хотя бы рискнуть задать вопрос о ее существовании. Единственное возможное вместилище такой биологической памяти – это, конечно, генетический код.

В пору эоцена, пятьдесят пять миллионов лет назад, появилось огромное количество приматов, обитавших как на деревьях, так и на земле, и развилась та линия их потомков, что впоследствии привела к Человеку. На отпечатках внутренней поверхности черепа у некоторых приматов того времени, например у праобезьяны, носящей имя Тетониус (Tetonius), обнаруживаются крошечные утолщения в том месте, где позднее разовьются лобные доли. Ископаемые остатки свидетельствуют, что первые существа, имевшие мозг, хотя бы отдаленно напоминающий человеческий, насчитывают возраст восемнадцать миллионов лет. Тогда, в миоцене, появилась человекоподобная обезьяна, названная проконсулом (Proconsul) или дриопитеком (Dryopithecus). Проконсул ходил на четырех ногах и обитал на деревьях. Вероятно, он явился предком современных крупных человекообразных обезьян, а быть может, также и Человека разумного. У него, в общем, есть все, чему следует быть у общего предка человека и обезьяны. (Некоторые антропологи считают предком человека рамапитека (Rama-pithecus), жившего приблизительно в одно время с проконсулом.) На отпечатке внутренней поверхности черепа проконсула уже легко узнать лобные доли, но извилины в новых областях коры головного мозга у него развиты значительно меньше, чем у обезьян и у современного человека. Объем его черепа все еще очень невелик. Самое бурное увеличение объема черепа произошло в последние несколько миллионов лет.

Пациентов, у которых были удалены переднелобные доли, описывают как людей, потерявших «ощущение себя» – чувство, что я есть определенная индивидуальность, контролирующая свою жизнь и ее обстоятельства, «ячество», неповторимость своей индивидуальности. Возможно, низшие млекопитающие и рептилии, у которых не были сильно развиты лобные доли, тоже не имели этого чувства, реального или воображаемого, ощущения своей индивидуальности и свободы воли, которое является столь характерной чертой человека и впервые, может быть, забрезжило в сознании проконсула.

Человеческая культура и те физиологические черты, которые, как мы считаем, характеризуют человека, развивались почти буквально рука об руку: чем больше была наша генетическая предрасположенность к бегу, общению и умению манипулировать предметами, тем вероятнее, что мы могли создать эффективные орудия и разработать стратегию охоты; чем более пригодными становились наши орудия и стратегии охоты, тем более закреплялись генетически наши природные способности. Американский антрополог Шервуд Вашберн из Калифорнийского университета, основной выразитель этой точки зрения, говорил: «Многое из того, о чем мы привыкли думать как об истинно человеческом, развилось значительно позже того, как начали использоваться орудия. Вероятно, многие структуры сегодняшнего человека правильнее было бы считать результатом культурного развития, нежели думать, что первобытный человек, анатомически такой же, как мы сегодня, сам не спеша занимался развитием культуры».

Некоторые исследователи эволюции человека считают, что давление естественного отбора, которое вызвало огромный взрыв в эволюции мозга, частично реализовалось в двигательной коре, а не с самого начала в тех участках неокортекса, которые ответственны за познавательные процессы. Они указывают на удивительные способности людей обращаться с различными метательными орудиями, ловко двигаться и – как это любит демонстрировать Луис Лики – догонять и поражать крупного зверя. Такие виды спорта, как бейсбол, футбол, борьба, полевые и трековые испытания, шахматы и военные игры, а также тот факт, что к ним привержены в основном мужчины, могут быть объяснены этими запрограммированными охотничьими навыками, которые служили нам так хорошо все миллионы лет человеческой истории, но которые сегодня находят лишь ограниченное практическое применение.

Эффективная защита от хищников и охота на дичь были коллективными действиями, необходимыми для жизни. Места, послужившие колыбелью для человека, – а это была Африка эпохи плейстоцена и плейстоцена – были населены огромным количеством способных наводить ужас плотоядных млекопитающих, самыми страшными из которых были, по всей вероятности, стаи гигантских гиен. Защитить себя от такой стаи в одиночку было очень трудно. Выслеживание больших животных, все равно – одиночных зверей или целых стай, – опасное дело, и потому необходимо было, чтобы между охотниками существовала какая-то жестовая связь. Мы знаем, например, что вскоре после того, как в плейстоценовый период человек проник в Северную Америку через Берингов пролив, происходили массовые и примечательные убийства крупных зверей, часто путем сбрасывания их с обрыва. Для того чтобы преследовать гиену или бросающееся враспынную стадо антилоп и загнать их до смерти, охотники должны были иметь хотя бы минимальный символический язык. Первое действие Адама было лингвистическое действие: задолго до грехопадения и даже до создания Евы он дал названия всем животным, населявшим Эдем.

Некоторые формы символического языка жестов возникли, конечно, значительно раньше, чем появились приматы: животные, относящиеся к семейству псовых, и многие другие млекопитающие, у которых выражена иерархия доминирования, могли демонстрировать свою подчиненность, отводя глаза или подставляя шею. Мы упоминали уже о других ритуалах подчинения у таких приматов, как макаки. Человеческие приветствия кивком, поклоном, реверансом, вероятно, имеют то же самое происхождение. Многие животные выражают дружбу легким покусыванием, которое не может повредить, они будто говорят: «Я мог бы укусить тебя, но не хочу делать этого». У людей поднятие руки в знак приветствия имеет абсолютно такое же значение: «Я мог бы напасть на тебя с оружием, но не хочу брать его в руки»^[24].

Языком жестов владели многие людские охотничьи сообщества, например индейцы, жившие на равнинах, которые пользовались также и дымовыми сигналами. Согласно Гомеру, весть о победе эллинов в Троянской войне была передана из Илиона в Грецию на расстояние в несколько сотен миль с помощью цепочки сигнальных огней. Это было где-то около 1100 года до нашей эры. Однако и сумма идей, и та скорость, с которой идеи эти могут быть переданы с помощью языков жестов или знаков, весьма ограничены. Дарвин указывал, что языком жестов нельзя воспользоваться, когда наши руки чем-либо заняты, или же ночью, или же когда руки «говорящего» загорожены чем-либо от глаз «слушающего». Можно представить себе, что жестовый язык постепенно дополнялся, а впоследствии и вытеснялся словесным, который поначалу мог быть звукоподражательным (то есть имитирующим с помощью звуков

описываемые предметы или действия). Дети зовут собак «гав-гав». Почти во всех человеческих языках детское слово «мама» очень напоминает тот звук, который они произвольно издают, когда сосут грудь. Но все это не могло бы случиться без соответствующих изменений мозга.

По остаткам скелетов древних людей мы знаем, что наши предки были охотниками. Мы достаточно много знаем об охоте на крупных животных, чтобы понимать, что для совместного преследования зверя нужен какой-то язык. Однако идеи о древности языка получили неожиданную поддержку благодаря тщательному изучению ископаемых черепов, которое провел американский антрополог Ральф Л. Холлоуэй в Колумбийском университете. Холлоуэй из особой резины изготавливал отливки внутренних поверхностей ископаемых черепов и пытался выяснить что-нибудь о детальной морфологии мозга по очертаниям черепа. Его деятельность напоминала своего рода френологию, но на базе внутренних, а не внешних поверхностей черепа, и притом значительно более обоснованную. Холлоуэй считает, что область мозга, известную под названием зоны Брока, один из нескольких центров, необходимых для речи, можно найти в ископаемых остатках и что он нашел эту область в окаменелостях у Человека умелого возрастом более двух миллионов лет. Развитие языка, культуры и изготовление орудий могло проходить приблизительно в одно и то же время^[25].

И тут следует сказать о человекоподобных существах, которые жили всего несколько десятков тысячелетий назад, – о неандертальце и кроманьонце, у которых средний объем мозга был приблизительно 1 500 кубических сантиметров, то есть более чем на 100 кубических сантиметров превышал наш с вами. Большинство антропологов считают, что мы не являемся потомками неандертальцев, а быть может, не являемся и потомками кроманьонцев. Но само их существование заставляет задаться вопросом: кем они были? Что их отличало? Кроманьонцы были очень большими – некоторые особи ростом выше шести футов^[26]. Мы уже знаем, что разница в 100 кубических сантиметров в объеме мозга не является существенной, и, вероятно, они не были разумнее нас или наших непосредственных предков, а может быть, у них были другие, пока нам неизвестные достоинства и недостатки. Неандерталец был низколобым, с удлинённой от лица к затылку головой. Голова современного человека, напротив, вытянута в вертикальном направлении, и его с уверенностью можно назвать высоколобым. Можно ли считать, что мозг неандертальца увеличивался за счет теменных и затылочных долей коры, в то время как увеличение мозга наших предков шло в основном за счет лобных и височных ее долей? И нельзя ли предположить, что у неандертальца развился совсем иной разум, нежели наш с вами, и что именно лингвистические способности и умение предвидеть будущее позволили нам полностью возобладать над нашими сильными и умными двоюродными братьями?

Насколько известно, ничего похожего на человеческий разум не существовало на Земле несколько десятков миллионов лет назад. Но это составляет лишь несколько десятых долей процента от возраста Земли и соответствует самому концу декабря в нашем космическом календаре. Почему разум появился так поздно? Очевидно, ответ состоит в том, что некоторые свойства высших приматов и китообразных развились в ходе эволюции совсем недавно. Но что это за свойства? Я могу назвать по меньшей мере четыре особенности, каждая из которых уже явно или неявно упоминалась: (1) никогда раньше мозг не был столь крупным, (2) никогда раньше не было существ с таким большим отношением массы мозга к массе тела, (3) никогда раньше не было мозга со структурами такого назначения (как, например, у лобных и височных долей), (4) никогда ранее не было мозга с таким большим числом межнейронных связей синапсов. Есть как будто некоторые данные, свидетельствующие, что в ходе эволюции человеческого мозга увеличивается число связей каждого нейрона со своими соседями и число микросетей. Соображения (1), (2) и (4) предполагают, что количественные изменения привели к качественным. Я не думаю, что в настоящее время можно сделать категорический выбор из приведенных четырех альтернатив, и полагаю, что правильно было бы учесть их все.

Английский исследователь эволюции человека сэр Артур Кейт ввел в учение об эволюции человеческого мозга понятие «рубикон». Он полагал, что при достижении мозгом размера, свойственного Человеку прямоходящему – около 750 кубических сантиметров, что примерно равняется рабочему объему цилиндров мощного мотоцикла, – начинают проявляться истинно человеческие качества. Рубикон, конечно, понятие скорее качественное, нежели количественное. Вероятно, дело было не в дополнительных 200 кубических сантиметрах, а в некотором

специфическом развитии лобных, височных и теменных долей коры головного мозга, которое и дало нам аналитические способности, умение заглянуть в будущее и жажду знаний.

Мы можем спорить о том, чему именно соответствует рубикон, однако сама идея рубикона имеет известную ценность. Но если действительно существует рубикон где-то в районе 750 кубических сантиметров, в то время как разница порядка 100 или 200 кубических сантиметров, во всяком случае для нас, не является решающей для существования интеллекта, то не могут ли обезьяны оказаться разумными в том смысле, в каком слово это применяется к человеку? Средний размер мозга у шимпанзе – 400 кубических сантиметров, у гориллы, обитающей на равнине, – 500 кубических сантиметров. Эти цифры находятся в тех же пределах, что и объем мозга у видов, относящихся к изящным австралопитекам, умевшим уже пользоваться орудиями.

Иосиф, историк Древней Иудеи, добавил к списку наказаний и горестей, постигших людей после их изгнания из Эдема, еще один пункт: утерю способности общаться с животными. Шимпанзе обладают крупным мозгом, у них есть хорошо развитая новая кора, есть у них также и долгое детство и удлинённый период пластичности. Но способны ли они к абстрактному мышлению? И если они разумны, почему же они не говорят?

V. Абстрагирование у животных

Я настаиваю, чтобы вы или кто-нибудь иной указал мне такую черту... с помощью которой можно было бы отличить человека от обезьяны. Сам я совершенно определенно такой черты не знаю. Но если бы я назвал человека обезьяной или наоборот, то был бы неминуемо отлучен от церкви. Однако как натуралист я, быть может, обязан поступить именно так.

Карл Линней, основатель таксономии, 1788 г.

«Животные не абстрагируют», – провозгласил Джон Локк, выражая точку зрения, которая всегда господствовала в умах людей. Епископ Беркли, однако, позволил себе язвительно возразить ему: «Если считать неумение абстрагировать чертой, свойственной животным, я опасаясь, что в их число попадут многие из тех, кого мы называем людьми». Абстрактное мышление, во всяком случае в наиболее тонких его проявлениях, отнюдь не является неизбежным аккомпанементом каждодневной жизни среднего человека. Не может ли быть так, что способность к абстрактному мышлению есть вопрос не качества, а лишь количества? Иными словами, не могут ли животные уметь мыслить абстрактно, но только не столь часто или не столь глубоко, как люди?

Нам кажется, что будто животные не очень разумны. Но достаточно ли тщательно изучили мы интеллект животных или же, как в остром фильме Франсуа Трюффо «Дикий ребенок», мы просто считаем, что раз у них нет такого интеллекта, как у нас, то, значит, нет никакого вообще. Говоря об общении с животными, французский философ Монтень заметил: «Почему надо считать, что препятствия к общению между нами заключено именно в них, а не в нас самих?»^[27] Есть, конечно, достаточное количество отдельных наблюдений, говорящих о разумности шимпанзе. Первое серьезное исследование поведения обезьян, включая их поведение в природных условиях, было проведено в Индонезии Альфредом Расселом Уоллесом, соавтором теории эволюции путем естественного отбора. Уоллес пришел к выводу, что детеныш орангутана, которого он изучал, вел себя «точно так же, как и человеческий ребенок в подобных обстоятельствах». И в самом деле, «орангутан» по-малайски значит не «обезьяна», а «человек, живущий в лесу». Теубер вспоминал многие рассказы своих родителей, родоначальников немецкой этологии, которые основали и возглавили первую исследовательскую станцию, нацеленную на изучение поведения шимпанзе в Тенерифе на Канарских островах в начале второго десятилетия нашего века. Именно там Вольфганг Келлер провел свои знаменитые исследования Султана, «гениального» шимпанзе, умевшего соединять две палки, чтобы достать банан, до которого он не мог добраться другим способом. Там же были проведены наблюдения над двумя шимпанзе, которые издевались над цыплятами. Один шимпанзе разбрасывал пищу, приглашая цыпленка приблизиться к ней, а в это время другой бил их проволокой, которую до этого прятал за спиной. Цыплята убегали, но вскоре позволяли завлечь себя вновь и вновь бывали избиты. Здесь четко видна комбинация типов поведения, иногда считающаяся чисто

человеческой: кооперация, планирование последовательности будущих действий, обман и жестокость. Эти наблюдения показали также, что цыплята обладают очень низкой способностью обучаться избегать неприятностей. До самого последнего времени наиболее серьезные попытки установить общение с шимпанзе выглядели следующим образом. Новорожденного детеныша шимпанзе брали в дом, где был новорожденный ребенок, и обоих воспитывали вместе – две кровати, две коляски, два стульчика, два горшка, два фартучка, две присыпки. К концу третьего года молодой шимпанзе намного опережал человеческого ребенка в ловкости, в умении бегать, прыгать, лазить и других физических упражнениях. Но в то время как ребенок уже свободно и счастливо болтает, детеныш шимпанзе может лишь, да и то с огромным трудом, произнести только слова типа «мама», «папа» и «суп». Отсюда обычно делался вывод, что шимпанзе лишь в минимальной степени владеют языком, умением рассуждать и другими высшими умственными функциями: **«Животные не абстрагируют».**

Однако осмысливая эти эксперименты, два физиолога из университета Невады Беатриса и Роберт Гарднеры поняли, что нёбо и гортань шимпанзе не приспособлены для человеческой речи. Люди используют свой рот удивительно разнообразным образом – для еды, дыхания и общения. У таких насекомых, как сверчки, которые обращаются друг к другу, потирая ногой об ногу, все эти три функции выполняются тремя совершенно различными органами. Разговорный язык у людей – явление благоприобретенное в результате развития. Употребление системы органов, имеющих другие функции, для общения служит доказательством сравнительно недавней эволюции языковых возможностей у людей. Вероятно, заключают Гарднеры, шимпанзе обладают достаточными языковыми возможностями, которые, однако, не могут быть проявлены из-за ограничений в их анатомии. И они задались вопросом: а нет ли какого-нибудь символического языка, который мог бы базироваться не на слабых, а сильных сторонах анатомии шимпанзе?

Тут у Гарднеров родилась блестящая идея: научить шимпанзе американскому языку жестов, известному под названием Амеслан, а иногда как «американский язык глухих и немых» (где «немой» обозначает, конечно, только невозможность говорить, но не мыслить). Он идеально соответствует ловкости рук шимпанзе. Кроме того, он обладает всеми основными чертами словесного языка.

Сейчас уже существует целая обширная библиотека с описанными и снятыми на пленку разговорами на Амеслане и других жестовых языках с Уоши, Люси, Ланой и другими шимпанзе, которых изучали

Гарднеры и другие ученые. Среди них есть шимпанзе, не только обладающие активным запасом порядка 100–200 слов, но и умеющие различать вполне нетривиальные грамматические и синтаксические конструкции. Более того, они проявляют удивительную изобретательность в построении новых слов и фраз.

Увидев впервые утку, плавающую в пруду, Уоши изобразила жестами «водяная птица» – словосочетание, существующее для обозначения утки и в английском, и в других языках, которое Уоши, однако, изобрела в этот момент сама. Лана никогда не видела никаких фруктов сферической формы, кроме яблок, но она знала жестовые обозначения для различных цветов и потому, подглядывая однажды за лаборантом, евшим апельсин, показала на пальцах «оранжевое яблоко». Отведав арбуз, Люси определила его как «сладкое питье» или «фрукт для питья», а съев первую в своей жизни редиску, которая обожгла ей рот, после этого всегда называла ее «плакать больно пища». Маленькая куколка, неожиданно положенная в чашку Уоши, породила фразу «Ребенок в моем питье». Когда Уоши пачкала что-либо, особенно одежду или мебель, ей показывали жест, означающий «грязно», а она впоследствии расширила его значение до общего понятия, означающего всякое недовольство или осуждение. Макаку-резус, которая вызывала у нее неудовольствие, она многократно именвала «Грязная обезьяна, грязная обезьяна, грязная обезьяна». Лана в приступе творческого негодования назвала своего учителя «Ты, зеленое дерьмо». Шимпанзе изобрели немало бранных слов. У Уоши оказалось своеобразное чувство юмора: сидя на плече у своего учителя и, быть может, неумышленно обмочив его, она несколько раз сделала жест, означающий «Забавно».

Люси научилась ясно различать смысл фраз «Роджер почесывает Люси» и «Люси почесывает Роджера» (и то и другое действие доставляло ей огромное удовольствие). Точно так же Лана самостоятельно перешла от фразы «Тим ласкает Лану» к фразе «Лана ласкает Тима». Можно

было наблюдать, как Уоши «читает» журнал, то есть медленно переворачивает страницы, сосредоточенно вглядываясь в картинки и ни к кому специально не обращаясь, делает знак, означающий «кошка», видя фотографию тигра, и знак «пить», исследуя рекламу вермута. Выучив знак «открыть» по отношению к двери, Уоши распространила это понятие и на портфель. Она также пыталась разговаривать на Амеслане с жившей в лаборатории кошкой, которая оказалась единственным неграмотным существом во всем учреждении. Получив в свое распоряжение такой великолепный способ общения, Уоши была, наверное, удивлена, что кошка не знает Амеслана. А когда однажды Джейн, приемная мать Люси, покинула лабораторию, Люси посмотрела ей вслед и просигналила: «Плачу я. Я плачу».

Родители Бойса Ренсбергера, знающего и способного репортера газеты «Нью-Йорк тайме», были глухонемыми, хотя сам он прекрасно и слышал и говорил. Однако первым языком, который он выучил, был Амеслан. В течение нескольких лет он работал за границей, в Европе, по заданию своей газеты. По возвращении в Соединенные Штаты одним из первых полученных им редакционных заданий было ознакомиться с экспериментами Гарднеров, которые они проводили с Уоши. Побыв сколько-то времени в обществе этого шимпанзе, Ренсбергер написал: «Внезапно я осознал, что веду разговор с представителем другого вида с помощью своего собственного языка». Слово «язык» употреблено им, конечно, в фигуральном смысле: на самом деле Ренсбергер разговаривал с представителем другого вида с помощью своей собственной руки. И именно переход от языка к руке позволил людям восстановить способность общаться с животными, утраченную, если верить Иосифу, после изгнания людей из Эдема.

Кроме Амеслана, шимпанзе и других обезьян обучали многим иным жестовым языкам. В Йеркском региональном центре исследования приматов в городе Атланта, штат Джорджия, их обучают специальному компьютерному языку, называемому (людьми, а не шимпанзе) йеркским. Компьютер записывает все разговоры своих подопечных, даже те, что происходят ночью, когда никого из людей нет в лаборатории, и с его помощью мы узнали, что шимпанзе предпочитают джаз року, а фильмы про шимпанзе фильмам про людей. К январю 1976 года Лана просмотрела киноленту «Анатомия развития шимпанзе» 245 раз. Вне сомнения, она приветствовала бы расширение фильмотеки.

Лана на простом йеркском языке как-то потребовала банан. Машина удовлетворяла многие требования Ланы, однако не все. Иногда в середине ночи Лана в отчаянии обращается к ней с мольбой: «Пожалуйста, машина, почешу Лану». Впоследствии появились и более сложные вопросы и комментарии, каждый из которых требовал творчески применить ту или иную грамматическую форму.

Лана видит созданные ею предложения на дисплее компьютера и стирает те из них, в которых есть грамматические ошибки. Однажды, когда Лана конструировала сложное предложение, ее учитель несколько раз нарочно вставил со своего отдельного компьютерного терминала слово, которое делало предложение Ланы бессмысленным. Она с удивлением посмотрела на дисплей, исподтишка понаблюдала за действиями своего учителя и составила новое предложение: «Пожалуйста, Тим, выйди из комнаты». В том же смысле, в каком мы считаем, что Уоши и Люси умеют говорить, можно утверждать, что Лана умеет писать.

В то время когда Уоши только еще начинала развивать свои языковые способности, Джекоб Броновски и его коллега написали научную работу, в которой отрицали значимость употребления Уоши жестового языка, поскольку согласно ограниченным данным, имевшимся в распоряжении Броновски, она не строила ни вопросительных, ни отрицательных конструкций. Однако последующие наблюдения показали, что Уоши и другие шимпанзе прекрасно умели и задавать вопросы и давать отрицательные ответы. Трудно обнаружить какую-либо существенную разницу между тем, как шимпанзе употребляют жестовый язык, и той обычной детской речью, которую мы без колебания относим к проявлению разума. Читая работу Броновски, я не могу не чувствовать, что в нее просочилась капля людского шовинизма – той локковской фразы «Животные не абстрагируют». В 1949 году американский антрополог Лесли Уайт сделал недвусмысленное заявление: «Человеческое поведение есть поведение символическое, символическое поведение есть поведение человеческое». Что бы сказал Уайт о Уоши, Люси и Лане?

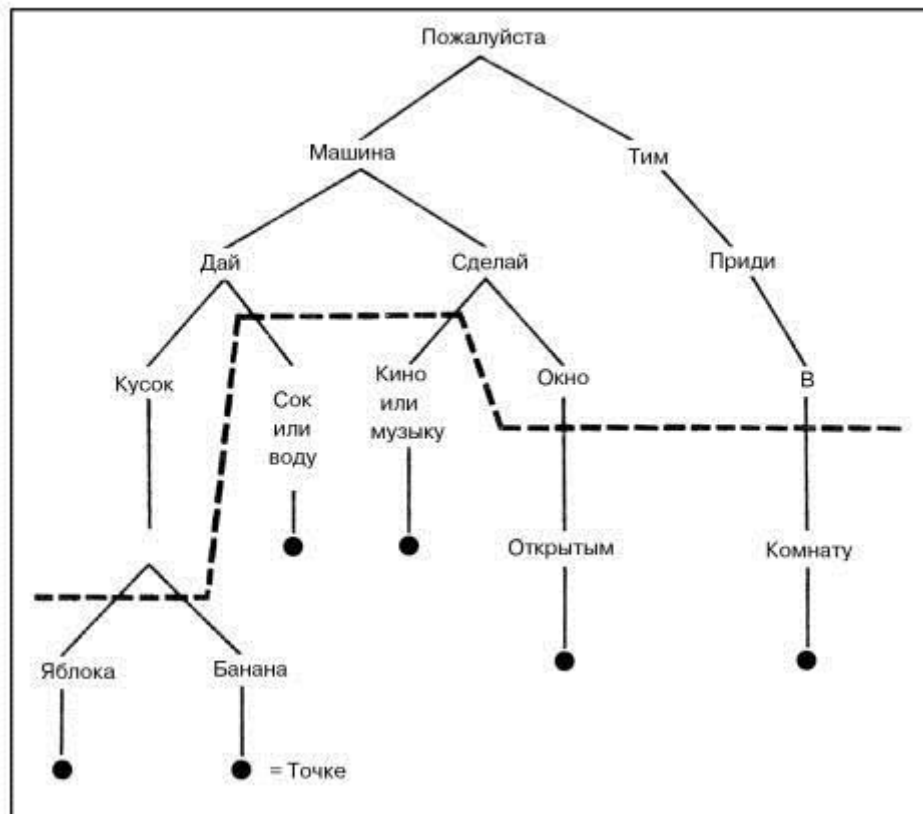


Рис. 12. На рисунке показано логическое дерево, позволяющее обратиться с некоторыми просьбами. Система одновременно вежлива и грамматически правильна: просьба должна начинаться с «пожалуйста» и заканчиваться точкой

То, что было обнаружено касательно языка и разума шимпанзе, оказалось любопытным образом связанным со спорами вокруг рубикона, а именно с той точкой зрения, что общая масса мозга или, во всяком случае, отношение массы мозга к массе тела есть характеристика, пригодная для определения разумности. Против этой точки зрения в свое время было высказано соображение, что даже самый маленький мозг людей, больных микроцефалией, все-таки больше, чем самый большой мозг взрослого шимпанзе и гориллы, а при этом микроцефалы обладают способностью пользоваться языком, пусть и грубо нарушенной. Но лишь в относительно редких случаях микроцефалы умеют говорить. Одно из лучших описаний поведения микроцефалов было сделано русским врачом С. Корсаковым, который в 1893 году наблюдал женщину-микроцефала по имени Маша. Она могла понимать всего несколько вопросов и команд и имела некоторые отрывочные воспоминания о своем детстве. Иногда она что-то бормотала, но в словах ее было мало смысла. Корсаков характеризовал ее речь как имеющую «крайне бедную логическую связь». В качестве примера ее бессмысленного и автоматоподобного поведения Корсаков описал поведение своей пациентки во время еды. Когда на стол ставилась пища, Маша ела. Но если еду вдруг неожиданно убирали, она вела себя так, словно трапеза закончилась, благодарил тех, кто ей подавал, и благочестиво крестилась. Если же еду возвращали на место, она снова принималась есть. По всей вероятности, так могло повторяться сколько угодно раз. Мне лично думается, что Люси и Уоши могли бы оказаться куда более интересными сотрапезниками, чем Маша, и что сравнение людей-микроцефалов с нормальными обезьянами не является несовместимым со своего рода Рубиконом интеллекта. Конечно, и качество и количество нейронных связей жизненно важны для разумности того толка, которую мы так легко распознаем.

Недавние опыты, проведенные Джеймсом Дьюсоном и его сотрудниками в Медицинской школе Стэнфордского университета, дали некоторое физиологическое обоснование идее

существования центров речи в новой коре обезьян – в левом полушарии, как у людей. Обезьяны были обучены зажигать зеленую лампочку, когда они слышали свист, и красную лампочку, когда они слышали тон. Через несколько секунд после того, как слышался звук, на панели каждый раз в новом, неожиданном месте включались красные и зеленые лампочки. Обезьяна зажигала соответствующую лампочку и в случае, если ее выбор был правильным, получала в награду лакомый кусочек. Далее временные интервалы между тем, как обезьяна слышала звук и видела свет, были увеличены до двадцати секунд. Теперь, чтобы получить награду, обезьянам приходилось в течение двадцати секунд помнить, какой именно звук они слышали. Затем хирургическим путем удалялась часть так называемой слуховой ассоциативной коры, находящейся в височной доле левого полушария неокортекса. После этого обезьяны очень плохо помнили, какой именно звук они слышали. Спустя какую-то долю секунды они уже не могли припомнить, слышали ли они свист или тон. Удаление той же самой части височной доли правого полушария не оказывало вообще никакого влияния на выполнение обезьянами того же задания. «Это выглядит так, – ответил Дьюсон, – будто мы удалили ту структуру в мозге обезьяны, которая аналогична центру речи в человеческом мозге». В сходных экспериментах на макаках-резусах, но с использованием зрительных, а не слуховых стимулов, как будто не удалось обнаружить различий между двумя полушариями новой коры.

Поскольку обычно считается, что взрослых шимпанзе слишком опасно держать в доме (этого мнения, во всяком случае, придерживаются содержатели зоопарков), то Уоши и других шимпанзе, приобщившихся к словесной речи, принудительно отправили «в отставку», как только они достигли половой зрелости. Поэтому мы ничего не знаем о языковых способностях взрослых обезьян и мартышек. Открытым остается и такой интересный вопрос: способна ли мать-шимпанзе, усвоившая язык, передать эти свои знания потомкам? Представляется весьма вероятным, что сообщество шимпанзе, первоначально обученных жестовому языку, сумеет передать языковые знания последующим поколениям.

Уже есть некоторые доказательства того, что обезьяны передают внегенетическую, или приобретенную, информацию в тех случаях, когда она необходима для выживания. Джейн Гудал наблюдала детенышей шимпанзе в естественных природных условиях, которые подражали поведению своих матерей и научились решать достаточно сложную задачу – находить нужный пруттик, чтобы просунуть его в термитник и достать оттуда вкусные лакомства.

Различия в групповом поведении – так и хочется назвать их различиями в культуре – наблюдались среди шимпанзе, бабуинов, макак и многих других приматов. Например, одна из групп обезьян может уметь есть яйца птиц, в то время как соседствующая с ней группа, состоящая точно из таких же обезьян, этого делать не умеет. Приматы знают несколько десятков звуков и криков, используемых для внутригруппового общения и означающих, допустим, сигнал «Спасайся, здесь хищник». Но крики эти несколько отличаются от группы к группе: существуют местные диалектные акценты.

Еще более поразительный эксперимент был случайно осуществлен японскими приматологами, изучавшими проблему перенаселения и голода в популяции макак, живущих на одном из южных японских островов. Антропологи бросали пшеничные зерна на песчаный берег. Отделить зерна от песчинок поодиночке было весьма непросто, такая работа потребовала бы больше энергии, чем можно получить от съедания отделенных от песка зерен. Но одна блестяще одаренная макака по имени Имо, возможно, случайно или же просто в раздражении бросила пригоршню песка с зерном в воду. Пшеница всплыла, песчинки утонули, и Имо заметила это. Благодаря этому процессу разделения она получила возможность хорошо питаться (точнее, обеспечила себе диету из сырых пшеничных зерен). В то время как более старые макаки с высоты своего положения игнорировали ее, молодые обезьяны сумели уловить значение ее открытия и стали подражать ей. В следующем поколении эта практика получила еще более широкое распространение, а сегодня все макаки на острове знают, как с помощью воды просеять зерна, что является примером передачи «культурных» традиций у обезьян.

Ранние наблюдения на Такасакияме, горе в северо-восточной части Киюши, населенной макаками, дали аналогичный пример «культурного» развития. Посетители Такасакиямы бросали обезьянам карамель, обернутую в бумажку, – обычная практика в японских зоопарках, с которой, однако, макакам Такасакиямы не приходилось сталкиваться раньше. Играя, некоторые молодые макаки обнаружили, как надо разворачивать карамельку, чтобы съесть ее. Вскоре делать так

умели все их сверстники, далее навык этот был передан матерям, затем доминирующим самцам (которые у макак нянчат малышей) и, наконец, подросткам, в «социальном» плане далее других отодвинутым от молодняка. Процесс «окультуривания» занял более трех лет. В естественных сообществах приматов существует настолько богатое бессловесное общение, что нет никакой нужды в развитии более сложного контакта посредством жестового языка. Но если бы язык жестов был необходим для выживания макак, не вызывает никаких сомнений, что в качестве «культурного наследия» он был бы передан всем последующим поколениям.

Мне представляется, что в случае, если бы всем шимпанзе, не умеющим «говорить», грозила смерть или невозможность воспроизводства, то всего за несколько поколений их язык был бы широко распространен и усовершенствован. Словарь примитивного английского языка, называемого «бэйсик инглиш», содержит около 1 000 слов. Шимпанзе уже сейчас освоили более десяти процентов этого словарного запаса. Хотя несколько лет назад это показалось бы самой невероятной научной фантастикой, ныне для меня приемлемо предположить, что через несколько поколений у таких «говорящих» шимпанзе могут появиться труды, посвященные биологии или духовной жизни шимпанзе, написанные по-английски или по-японски (быть может, со словами «записал такой-то» в конце их).

Недавно в сопровождении директора я шел по большой лаборатории, исследующей приматов. Вдоль длинного коридора насколько хватал глаз стояли клетки с шимпанзе. Они сидели там по одному, по двое или по трое – такое их содержание типично для подобного рода учреждений (или для обычных зоопарков). Как только мы приблизились к ближайшей клетке, двое ее обитателей оскалили зубы и с завидной точностью пустили в нас струю слюны, враз промочившую легкий костюм директора. Потом они произнесли стакатто коротких ругательств, эхом прокатившихся по коридору, и их тут же подхватили и усилили голоса других заключенных-шимпанзе, которые, безусловно, еще не видели нас, пока весь коридор буквально не наполнился криками и стуком сотрясаемых решеток. Директор сказал мне, что в такой ситуации в нас могут полететь не только плевки, и по его настоянию мы удалились.

В памяти моей отчетливо всплыли кадры американских кинофильмов тридцатых – сороковых годов, снятых в огромных и бесчеловечных каторжных тюрьмах, в которых заключенные стучали своими тарелками по прутьям решеток при виде тирана-надсмотрщика. Те шимпанзе, о которых шла речь, здоровы, и их хорошо кормят. Если они «только» звери, если они животные, которые не абстрагируют, тогда мое сравнение – не более чем сентиментальная глупость. Но шимпанзе умеют абстрагировать. Как и все другие млекопитающие, они способны к глубоким переживаниям. Они, без сомнения, не совершили ничего преступного. Так почему же во всем цивилизованном мире, практически в каждом крупном городе, обезьяны находятся за решеткой? Я не жду ответа на свой вопрос, но полагаю, что его, безусловно, стоит задать.

Трудно вообразить, какие эмоции испытывает обезьяна, обучаясь языку. Вероятно, больше всего это похоже на то, как открывает для себя язык разумное человеческое существо, у которого серьезно повреждены органы чувств. Хотя, разумеется, глубина понимания, ум и восприимчивость Елены Келлер, которая была от природы лишена зрения и слуха, несравненно выше, чем любые способности обезьян. В ее рассказе об открытии ею языка слышится та же нота, что прозвучала бы и у шимпанзе, умей они описать, как под давлением жизненной необходимости совершили этот великий шаг в своем развитии.

Мисс Келлер вспоминает, как однажды учительница собралась вести ее на прогулку:

«Она принесла мне шляпу, и я поняла, что иду на улицу, на солнечное тепло. Эта мысль, если можно назвать мыслью бессловесное ощущение, заставила меня прыгать и скакать от удовольствия.

Мы спустились по дорожке к колодцу, привлеченные благоуханием жимолости, в тени которой он стоял. Кто-то доставал воду, и учительница подставила мою руку под желоб. Когда мои пальцы оказались в холодной струе, она просигналила в другую мою руку слово „вода“, сначала медленно, потом быстро. Я стояла, боясь шелохнуться, сосредоточив все внимание на движении ее пальцев. Внезапно я почувствовала смутное ощущение чего-то забытого – трепетное волнение от забрезжившей в сознании мысли, и вдруг мне открылась тайна языка. Я поняла, что вода означает то изумительное, прохладное нечто, что текло по моей руке.

Это живое слово пробудило мою душу, дало ей свет, надежду, радость, освободило ее! Конечно, оставались еще преграды, но их уже можно было преодолеть.

Я покидала колодец с горячим желанием учиться. Оказывается, у всего есть свое имя, и каждое имя будило новую жизнь. Когда мы вернулись домой, любая вещь, до которой я дотрагивалась, казалось, дышала жизнью. Это происходило оттого, что теперь я видела все с открывшейся мне новой неожиданной стороны».

Возможно, самое удивительное в этих трех впечатляющих абзацах состоит в том, что сама Елена Келлер считает, будто ее мозг обладал скрытой способностью к языку и нужно было лишь пробудить ее. Эта идея, по существу своему восходящая к Платону, не противоречит тому, что известно, благодаря изучению мозговых повреждений, о физиологии неокортекса, а также теоретическим выводам, сделанным Ноамом Хомским, сотрудником Массачусетского технологического института, данным сравнительной лингвистики и лабораторным экспериментам по обучению. Последние годы стало ясно, что мозг приматов, не являющихся людьми, тоже предуготовлен для восприятия языка, хотя, возможно, и не в той же мере, как человеческий.

Трудно переоценить далеко идущие последствия обучения языку других приматов. Вот захватывающий отрывок из «Происхождения человека» Чарлза Дарвина:

«Как бы ни было велико умственное различие между человеком и высшими животными, оно только количественное, а не качественное... Если бы можно было показать, что известные высшие умственные способности, как, например, самосознание, формирование общих представлений и пр., свойственны исключительно человеку, что кажется крайне сомнительным, то не было бы невероятным допущение, что эти качества являются привходящим результатом других высокоразвитых интеллектуальных способностей, а последние представляют, в свою очередь, результат постоянного употребления совершенной речи».

Тот же взгляд на огромное значение языка и общения между людьми мы находим в другом месте – там, где Книга Бытия рассказывает о Вавилонской башне. Бог, испытывая странное для всемогущего существа стремление к самозащите, обеспокоен тем, что люди собираются построить башню, которая достигнет неба. (Сходные чувства испытывал он и когда Адам съел яблоко.) Чтобы воспрепятствовать человечеству достичь небес, хотя бы и метафорически, Бог не разрушает башню, как, например, он разрушил Содом. Вместо этого он говорит: «Вот один народ, и один у всех язык; и вот что начали они делать, и не отстанут они от того, что задумали делать; сойдем же и смешаем там язык их, чтобы один не понимал речи другого» (Книга Бытия, гл. 2, стих 6–7).

Долгое употребление «совершенной» речи... Какую культуру, какие изустно передаваемые традиции могли бы создать шимпанзе за несколько столетий или тысячелетий коллективного использования сложного жестового языка? Но если бы существовало такое изолированное и долго живущее сообщество шимпанзе, как бы стали они объяснять происхождение языка? Стали бы они смутно вспоминать Гарднеров и сотрудников Иеркского центра изучения приматов как легендарных народных героев или богов? Были бы у них мифы, подобные нашим мифам о Прометее, Тоте или Оаннесе^[28], о божественных существах, принесших обезьянам дар речи? И в самом деле, обучение шимпанзе жестовому языку явно имеет ту же эмоциональную окраску и религиозный оттенок, что и эпизод (полностью вымышленный) в романе «2001: космическая одиссея» и его экранизации, когда представитель развитой внеземной цивилизации чему-то учит наших далеких предков. По всей вероятности, самое поразительное здесь то, что существуют обезьяны, так близко подошедшие к грани, за которой стоит овладение языком, так страстно желающие обучаться, так прекрасно понимающие его пользу и умеющие столь изобретательно пользоваться языком, после того как их ему обучат. Но все это заставляет задуматься над вопросом: почему же они все еще находятся только у грани? Почему же нет обезьян с уже существующим у них сложным жестовым языком? Единственно возможный ответ, на мой взгляд, заключается в том, что люди систематически истребляли всех других приматов, которые проявляли признаки разумности. (Это особенно справедливо по отношению к видам, жившим в саванне, – леса все же представляли некоторое укрытие шимпанзе и гориллам, что и спасало их от полного уничтожения человеком.) Мы, очевидно, послужили для естественного отбора тем механизмом, с помощью которого он подавлял соперничество умов. Я думаю, мы так далеко отбросили назад разум и языковые способности нечеловекообразных приматов, что эти их качества стали едва заметными. Обучая шимпанзе жестовому языку, мы начинаем с запозданием возмещать причиненный им ущерб.

VI. Сказки туманного Эдема

Нам, людям, очень много лет,
И наши сны – те сказки,
Что породил туманный сад Эдема.

Уолтер Де Ла Мар. Все, что прошло

«По крайней мере, – подумала Алиса, ступив под деревья, – приятно немножко освежиться в этом... как его? Ну, как же он называется?.. – Она с удивлением заметила, что никак не может вспомнить нужного слова. – Когда спрячешься под... ну, как же их?.. под... этими... – Она погладила дерево по стволу. – Интересно, как они называются? <...> Кто же я теперь? Я должна вспомнить! Во что бы то ни стало должна!» Но как она ни старалась, ничего у нее не выходило. Она всячески ломала себе голову, но вспомнить свое имя не могла. «Помню только, что там есть Л... – сказала она наконец. – Ну, конечно, оно начинается с Л...»

Льюис Кэррол. Алиса в Зазеркалье

Не стой между драконом и яростью его.

У. Шекспир. Король Лир

...Ум и сметливость
Я в них, дотолле глупых, пробудить посмел.
Они глаза имели, но не видели,
Не слышали, имея уши. Теням сов
Подобны были люди, весь свой детский век
Ни в чем не смысла.

Эсхил. Прометей прикованный

Прометей охвачен праведным негодованием. Он дал одурманенному и охваченному предрассудками человечеству цивилизацию, а Зевс за это приковал его к скале и послал орла терзать его печень. В той части поэмы, что предшествует процитированному выше отрывку из нее, Прометей описывает те главные дары, которые он принес человечеству, кроме всем известного огня. Вот они по порядку: астрономия, математика, письмо, одомашнивание животных, изобретение колесницы и паруса, медицина, а также открытие возможности предсказывать будущее по снам и с помощью иных методов. Этот последний дар для современного уха звучит странно. Как и описание изгнания из Эдема, данное в Книге Бытия. «Прометей прикованный» – одна из главных работ западной литературы, в которой представлена хоть в какой-то степени приемлемая аллегория эволюции человека, в данном случае, правда, касающаяся «эволюционера» намного больше, чем тех, кто эволюционировал. «Прометей» по-гречески значит «дар предвидения», то есть свойство человеческого мозга, которым, как полагают, ведают лобные доли новой коры: дар предвидения и беспокойный дух и есть главные черты героя Эсхила.

Какова связь между сновидениями и эволюцией человека? Возможно, Эсхил хотел сказать, что в состоянии бодрствования наши дочеловеческие предки чувствовали себя так же, как мы во время сна, и что одно из основных преимуществ, которое получили мы благодаря развитию своего разума, состоит в способности понимать истинную природу и смысл сновидений.

Есть, видимо, три основных состояния человеческого сознания: бодрствование, обычный сон и сон со сновидениями. Энцефалограф, улавливающий мозговые волны, позволил увидеть, что в каждом из этих трех состояний мозг имеет свою вполне определенную электрическую активность^[29]. Мозговые волны представляют собой чрезвычайно слабый ток крайне малого напряжения, выражающий электрические процессы в мозге. Напряжение таких сигналов мозга обычно измеряется микровольтами. Их частота колеблется от 1 до 20 герц (или периодов в секунду), что меньше, чем частота привычного нам переменного тока, которая в Северной Америке равняется 60 герцам^[30].

Но для чего нужен сон? Не вызывает сомнения, что, когда мы бодрствуем слишком долго, в нашем теле вырабатываются нейрохимические вещества, которые в буквальном смысле заставляют нас заснуть. У животных, лишенных сна, такие молекулы находятся в спинно-мозговой жидкости, и если спинно-мозговую жидкость животных, лишенных сна, ввести животным, которые находятся в состоянии полной активности, то они немедленно засыпают. Очевидно, для существования такого явления, как сон, должны быть какие-то важные причины.

Общепринятый ответ, который можно получить и от физиологии, и от народной медицины, состоит в том, что сон имеет восстановительное действие: он дает возможность организму отдохнуть от дневных умственных и физических забот. Но достаточно убедительных свидетельств в пользу этой точки зрения, кроме ее правдоподобности с позиций здравого смысла, нет. Более того, это утверждение вызывает некоторые недоуменные вопросы. Например, известно, что во время сна животные особенно беззащитны. Правда, большинство зверей спит в гнездах, пещерах, горах, дуплах деревьев или в иных укромных местах. И тем не менее их беззащитность во время сна исключительно велика. Да и людская незащищенность ночью совершенно очевидна, недаром греки считали Морфея, бога сна, и Танатоса, бога смерти, родными братьями.

Если бы не существовало какой-то исключительно сильной биологической потребности в сне, естественный отбор дал бы возможность развиваться тем животным, которые не спят. В то время как некоторые животные – двупалый ленивец, броненосец, опоссум, летучая мышь – спят по девятнадцать – двадцать часов в сутки, во всяком случае во время сезонной спячки, есть и другие животные – обычная землеройка и дельфин Далля, – которые спят исключительно мало. Встречаются также и люди, которым достаточно всего от одного до трех часов, чтобы выспаться. Они поступают на вторую или даже третью работу, бодрствуют ночью, в то время как их супруги валяются от усталости, и вообще ведут активную, наполненную и деловую жизнь. Прослеженные истории некоторых семей позволяют предполагать, что подобная особенность передается по наследству. Известен случай, когда отец и его маленькая дочь оба получили это благословение или проклятие судьбы к полному ужасу жены, которая впоследствии развелась со своим мужем по причине несовместимости нового, ранее не рассматривавшегося судом типа. Опека над дочерью при этом была поручена отцу. Такие примеры свидетельствуют, что гипотеза о восстановительной функции сна, во всяком случае, не отражает картину полностью.

Но сон возник в отдаленные времена. Электроэнцефалограммы показывают, что сон – наше общее свойство со всеми приматами, почти со всеми другими млекопитающими и птицами, быть может, оно восходит даже к рептилиям. Височная эпилепсия и сопровождающее ее состояние бессознательного автоматического поведения могут быть вызваны у некоторых людей, если электрическим током частотой несколько герц раздражать миндалину, которая находится в глубине под височной долей коры головного мозга. Известно, что у больных эпилепсией приступы, очень похожие на сон, могут быть вызваны при езде на автомобиле вдоль дороги, огороженной штaketником, во время восхода или захода солнца – при определенной скорости движения планки штaketника создают мелькание света той критической частоты, которая вызывает подобные припадки. Циркадные ритмы, то есть дневные циклы физиологических функций, есть даже у таких простых существ, как моллюски. Поскольку состояние, в известном смысле напоминающее сновидение, может быть вызвано электрическим раздражением других лимбических участков, расположенных под височными долями коры головного мозга, как об

этом пойдет речь ниже, центры, вызывающие сон и сновидения, не могут находиться слишком далеко друг от друга в мозге.

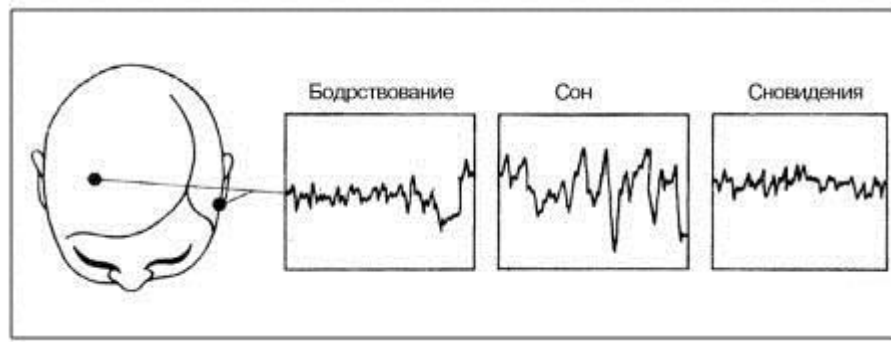


Рис. 13. Характер ЭЭГ нормального человека во время бодрствования, сна и сна со сновидениями

Согласно последним исследованиям, оба типа сна – со сновидениями и без них – зависят от образа жизни животного. Труетт Аллисон и Доменик Сикчети из Йельского университета обнаружили, что в среднем хищники видят сны намного чаще, чем их жертвы, которые, напротив, с большей вероятностью спят без сновидений. Эти исследования были проведены лишь на млекопитающих и относятся только к различиям между видами, а не к различиям внутри одного вида. Во время сна со сновидениями животное практически обездвижено и совершенно не реагирует на внешние раздражения. Сон без сновидений значительно менее глубокий, и мы все являлись свидетелями того, как кошки и собаки поднимают уши на звук, когда кажется, что они крепко спят. Принято думать, что, когда собаки во сне перебирают лапами, как будто на бегу, им снится охота. Тот факт, что глубокий сон со сновидениями редко посещает жертв хищников, сегодня кажется очевидным результатом естественного отбора. Однако существа, которые сегодня в большинстве своем являются жертвами, могли произойти от хищников, и наоборот. Кроме того, хищники – обычно животные с большей абсолютной величиной массы мозга и отношением массы мозга к массе тела, чем их жертвы. Есть какой-то смысл в том, что сегодня, когда сон весьма сильно эволюционировал, глупые животные значительно реже бывают обездвижены глубоким сном, нежели умные. Но зачем им нужно спать так глубоко? С какой стати вообще развилось состояние столь глубокой обездвиженности?

Быть может, один полезный намек касательно первоначальной функции сна следует из того факта, что дельфины, киты и другие живущие в воде млекопитающие обычно спят очень мало. Между тем в океане нет места, где бы можно было спрятаться. Не может ли быть так, что функция сна состоит не в том, чтобы увеличить уязвимость животного, а в том, чтобы ее **снизить**? Уилси Уэб из Флоридского университета и Рэй Меддис из Лондонского университета предполагают, что дело обстоит именно таким образом.

Форма сна каждого организма исключительно приспособлена к экологии данного животного. Возможно, животные, которые слишком глупы для того, чтобы по своей инициативе замереть, когда им грозит особая опасность, обездвиживаются неумолимой силой сна. Это становится особенно очевидным по отношению к молодым хищникам: ведь тигрята не только имеют превосходную защитную окраску, но они еще и много спят. Это любопытное наблюдение, и, вероятно, оно хотя бы частично справедливо. Но оно не объясняет всего. Почему спят львы, у которых мало естественных врагов? Этот вопрос не наносит слишком большого ущерба высказанному предположению, поскольку львы могли произойти от животных, которые вовсе не были царями зверей. Точно так же молодые гориллы, которым нечего опасаться, тем не менее каждую ночь сооружают для себя укрытие – вероятно, потому, что они произошли от менее защищенных предков. Или, может быть, когда-то предки львов и горилл боялись еще более страшных хищников.

Гипотеза обездвиживания кажется особенно подходящей в свете того, что известно об эволюции млекопитающих, которые возникли в ту эпоху, когда на Земле преобладали шипящие и грохочущие рептилии, похожие на ночные кошмары. Но почти все рептилии – холоднокровные^[31], и потому по ночам они всюду, кроме тропиков, вынужденно обездвижены. Млекопитающие же теплокровны и способны функционировать ночью. Нетропическая ночная экологическая ниша в триасовом периоде, около двухсот миллионов лет назад, вероятно, была почти свободна. Гарри Джерисон предположил, что эволюция млекопитающих сопровождалась развитием слуха и обоняния, позволявших узнавать предметы и расстояния ночью (в те времена различные варианты этих органов чувств, которые сегодня выглядят вполне обычными, казались необычайно сложными и громоздкими), а также что лимбическая система развивалась под воздействием необходимости обрабатывать огромное количество данных, поставляемых этими вновь образовавшимися органами чувств. (Большая часть переработки зрительной информации у рептилии осуществляется не в мозге, а непосредственно на сетчатке глаз; аппарат оптического преобразования в новых областях коры головного мозга – это уже значительно более позднее приобретение эволюции.)

Вероятно, для ранних млекопитающих было жизненно важно уметь неподвижно лежать где-то в потаенном месте все дневные часы, когда на Земле царили хищные рептилии. Перед моим мысленным взором встают картины позднего мезозоя – днем беспокойно спят все млекопитающие, а ночью – все рептилии. Но ночью даже самые небольшие плотоядные протомлекопитающие представляли собой реальную угрозу для холоднокровных рептилий и особенно для их яиц.

Судя по объему их черепов (см. рис. 4), динозавры по сравнению с млекопитающими были поразительно глупы. Вот некоторые из хорошо известных примеров: тиранозавр (*Tyrannosaurus* tex) обладал объемом мозга около 200 кубических сантиметров (см^3), брахиозавр (*Brachisaurus*) – 150 см^3 , трицератоп (*Triceratops*) – 70 см^3 , диплодок (*Diplodocus*) – 50 см^3 , стегозавр (*Stegosaurus*) – 30 см^3 . Ни один из них не приблизился к шимпанзе по абсолютной величине массы мозга. Стегозавр, весивший две тонны, был, наверное, намного глупее кролика. Если же принять во внимание огромную массу динозавров, то крошечность их мозгов с особой силой бросается в глаза: тиранозавр весил 8 тонн, диплодок – 12, брахиозавр – 87. Отношение массы мозга к массе тела у брахиозавра была в десять тысяч раз меньше, чем у человека. Как акулы имеют самый большой мозг по отношению к массе своего тела среди всех рыб, так и плотоядные тиранозавры обладали относительно большим мозгом, чем травоядные, диплодоки и брахиозавры. Я убежден, что тиранозавр представлял собой эффективную и устрашающую машину убийства. Но, несмотря на весь свой пугающий вид, динозавры оказывались беззащитными перед такими старательными и сообразительными врагами, как ранние млекопитающие.

Нарисованная нами картинка из мезозойской жизни имеет ярко выраженный «вампирический», кровавый характер: плотоядные рептилии охотятся за спящими умными млекопитающими днем, а плотоядные млекопитающие охотятся за глупыми неподвижными рептилиями ночью. Хотя рептилии и зарывали свои яйца, едва ли они активно защищали и их, и вылупившихся из них детенышей. Известно очень немного случаев подобного поведения даже у современных рептилий, да и вообще трудно представить себе тиранозавра, сидящего на гнезде с яйцами. По этим причинам млекопитающие и могли выиграть первобытную войну вампиров, – по крайней мере, некоторые из палеонтологов полагают, что вымирание динозавров было ускорено поеданием яиц рептилий ранними млекопитающими в ночное время. Два куриных яйца^[32] на завтрак – вот и все, что осталось нам от меню древних млекопитающих, во всяком случае это все, что видно поверхностному наблюдателю.

Самыми умными динозаврами с точки зрения отношения массы мозга к массе тела были птицеящеры (*Sauornithoides*), масса мозга которых составляла 50 граммов, в то время как масса тела их равнялась 50 килограммам, что ставит их на приведенной в гл. 2 схеме (см. рис. 5) рядом со страусом. Они и на самом деле напоминали страусов. Изучение окаменелых остатков их черепов может быть весьма поучительным. Вероятно, они охотились на некрупных животных и пользовались четырьмя пальцами своих рукообразных отростков для самых различных целей.

Об этих животных интересно поразмышлять. Если бы по какой-то таинственной причине динозавры не исчезли шестьдесят пять миллионов лет назад, смогли бы птицеящеры развиваться до более разумной формы? Научились бы они сообща охотиться на крупных млекопитающих и

таким образом приостановить безудержное распространение млекопитающих в конце мезозоя? Если бы динозавры не вымерли, не стали бы сегодня главенствующей формой жизни на Земле потомки птицев, пишущие и читающие книги и раздумывающие о том, что случилось бы, возьми верх млекопитающие? Считали бы они, что число 8 вполне естественно для основания счета, а десятичная система – не более чем ненужные выкрутасы, изучаемые лишь в «новой математике»?

Кажется, что большая часть всех важных событий, происходивших на Земле в последние несколько десятков миллионов лет, каким-то образом связана с вымиранием динозавров. Существуют в буквальном смысле десятки научных гипотез, пытающихся объяснить то обстоятельство, что в удивительно короткое время полностью исчезли все наземные и водные формы динозавров. Все предложенные объяснения могут удовлетворить нас лишь частично. Они варьируют от предположений о резком изменении климата до идей о роли хищных млекопитающих и даже гипотез об исчезновении растений, обладающих слабительными свойствами, – в этом, последнем, случае динозавры умерли от запоров.

Одну из самых интересных и многообещающих гипотез впервые предложил И. С. Шкловский из московского Института космических исследований Академии наук СССР. Она заключается в том, что динозавры вымерли из-за вспышки Сверхновой – взрыва умирающей звезды, находившейся на расстоянии нескольких десятков световых лет, который окончился мощным выбросом заряженных частиц высокой энергии, ворвавшихся в нашу атмосферу и изменивших ее свойства: вероятно, уничтожив атмосферный озон, они тем самым пропустили на Землю смертельную дозу ультрафиолетового солнечного излучения. Ночные животные, такие, как млекопитающие тех времен, и глубоководные животные, такие, как рыбы, смогли выжить при этой высокой плотности ультрафиолетового излучения, но дневные животные, которые жили на земле или у самой поверхности воды, не смогли противостоять ему.

Если такая череда событий на самом деле имела место, то путь биологической эволюции на Земле в последующие шестьдесят пять миллионов лет, а в действительности и само существование людей можно проследить от гибели некоего далекого солнца. Вероятно, вокруг этой звезды вращались другие планеты, быть может, на одной из них в течение миллиардов лет процветала жизнь. Вспышка Сверхновой, вне сомнения, уничтожила жизнь на этой планете, а возможно, даже выбросила всю ее атмосферу в космическое пространство. Не обязаны ли мы своим существованием сокрушительной звездной катастрофе, уничтожившей другие биосферы и миры?

После вымирания динозавров млекопитающие перешли в экологическую нишу дневных животных. Боязнь темноты у приматов развилась, по всей вероятности, в относительно недавнее время. Вашберн сообщает, что детеныши бабуинов и других приматов имеют врожденный страх лишь к трем вещам – падению, змеям и темноте, что соответствует опасностям, которым подвергаются обитатели деревьев из-за ньютоновских сил тяготения, из-за наших древних врагов рептилий и из-за ночных хищников-млекопитающих, которые должны были наводить особый ужас на приматов, полагавшихся главным образом на зрение.

Если верна «вампирическая гипотеза» – а она выглядит, во всяком случае, правдоподобно, – функция сна глубоко встроена в мозг млекопитающих, поскольку сон играл существенную роль в борьбе за выживание. Так как для тогдашних примитивных млекопитающих ночь без сна была более опасной, чем ночь без секса, но и тяга ко сну должна была быть более сильной, нежели тяга к сексу – и, похоже, так оно и есть у большинства из нас. Но в конце концов в развитии млекопитающих наступил момент, когда их сон стал определяться изменившимися обстоятельствами. После вымирания динозавров дневной свет неожиданно оказался вполне благоприятной средой для жизни млекопитающих. Им необязательно было теперь оставаться неподвижными в течение дня, и потому появилось большое разнообразие различных типов сна, включая сюда и современные его формы, то есть когда млекопитающие-хищники видят много снов, а млекопитающие-жертвы спят чутко, без сновидений. Быть может, люди, которым достаточно всего часа-другого сна за ночь, – это предвестники нового этапа приспособительной эволюции человека, когда люди научатся деятельно использовать все двадцать четыре часа в сутки. И я открыто признаю, что завидую тем, кто обладает подобными приспособительными возможностями^[33].

Эти догадки о происхождении млекопитающих создают своего рода научные мифы; в них, вероятно, есть зерно истины, но они не воссоздают полную картину. То, что научные мифы перекликаются с мифами древности, может быть, а может и не быть простым совпадением. Вполне вероятно, мы способны творить научные мифы только потому, что в свое время впитали мифы иного рода. Тем не менее я не могу не связывать этот подход к происхождению млекопитающих с одной любопытной стороной мифа Книги Бытия об изгнании из Эдема. Ведь именно рептилия предложила Адаму и Еве плод познания добра и зла, то есть способности неокортекса к абстрагированию и морали.

Сегодня на Земле осталось всего несколько крупных рептилий, самая страшная из которых – дракон Комодо, живущий в Индонезии, – холоднокровный и не слишком умный, этот хищник обладает, однако, леденящей душу заданностью цели. С безграничным терпением выслеживает он спящего оленя или кабана, а затем наносит ему глубокую рану в заднюю ногу и после этого преследует свою жертву до тех пор, пока она не истечет кровью. Жертва оставляет сильно пахнущие следы, и охотящийся за ней дракон стелется над землей, низко опустив голову, а его раздвоенный язык почти касается почвы, улавливая след. Самые большие экземпляры дракона достигают веса в 135 килограммов, трех метров длины и живут, вероятно, до ста лет. Для того чтобы сохранить свои яйца, дракон роет ямы глубиной от двух до девяти метров, что является хорошей защитой от поедающих яйца млекопитающих (и от самих себя, поскольку взрослые драконы порой затаиваются у выхода из гнезда, ожидая, когда проклянется молодняк, чтобы позволить себе небольшой деликатес к завтраку). Другой отчетливо видный способ защиты от хищников заключается в том, что выводок драконов живет на деревьях.

Замечательное разнообразие этих форм приспособления со всей очевидностью показывает нам, что драконы на планете Земля находятся в опасности.

В природе драконы Комодо встречаются лишь на Малых Зондских островах^[34]. Их осталось всего около 2 000. Узость сферы их обитания наглядно говорит о том, что драконы находятся на грани исчезновения из-за млекопитающих хищников, главным образом людей. Этот вывод подтверждается историей их жизни за последние два столетия. Все драконы, не обладавшие столь чрезвычайной степенью приспособления или не жившие в столь укромных местах, уже мертвы. Я могу даже предположить, что постоянно увеличивающийся разрыв между млекопитающими и рептилиями в отношении массы мозга к массе тела (см. рис. 4) может оказаться результатом систематического истребления умных драконов млекопитающими-хищниками. Во всяком случае, весьма похоже, что количество крупных рептилий постепенно уменьшалось начиная с конца мезозоя и что даже два тысячелетия назад их было намного больше, чем сейчас.

Проникновение мифа о драконе в народные сказания многих культур, возможно, не является случайным^[35]. Непримируемая взаимная неприязнь между людьми и змеями, отраженная в мифе о Святом Георгии, особенно характерна для западной культуры. (В главе 3 Книги Бытия Бог обрек людей и рептилий на вечную вражду.) Но она в этом смысле не составляет исключения. Это повсеместное явление. Случайно ли, что звук, который обычно издают люди, призывая к тишине или стремясь привлечь внимание, так странно напоминает шипение рептилий? Не может ли быть, что миллионы лет назад драконы, необычайно осложняя жизнь нашим прапредкам и неся с собой ужас и смерть, тем самым послужили делу развития человеческого разума? Или же метафора Змия относится к тому факту, что рептилианский компонент нашего мозга, связанный с агрессивностью и ритуальным поведением, был использован при эволюции неокортекса? Описание в Книге Бытия искушения человека рептилией в саду Эдема – это практически единственный эпизод в Библии, когда люди понимают язык животных (тому есть лишь одно исключение). Когда мы боимся драконов, не страшимся ли мы части самих себя? Так или иначе, но в Эдеме драконы были.

Последние из динозавров, судя по окаменелостям, жили около шестидесяти миллионов лет назад. Человеческая семья (но не ее род Номо) насчитывает возраст около десяти миллионов лет. Могли ли существовать человекоподобные создания, которые воочию наблюдали тиранозавра? Могли ли в раннем меловом периоде сохраниться динозавры, которые сумели избежать вымирания? Могут ли широко распространенные ночные кошмары и страх «чудовищ», который дети познают сразу же после того, как начинают говорить, быть следами некогда чисто приспособительных реакций на драконов и сов – таких, как, например, у бабуинов?^[36]

Какую роль играют сновидения сегодня? Согласно одной из точек зрения, изложенной в серьезной научной статье, функции сновидений состоят в том, чтобы мы время от времени пробуждались и могли проверить, нет ли поблизости кого-нибудь, кто нас съест. Но сновидения занимают настолько небольшую часть сна, что такое объяснение не представляется удовлетворительным. Более того, как мы уже видели, имеющиеся данные свидетельствуют об обратном: сегодня сон со сновидениями характерен для млекопитающих-хищников, а не для млекопитающих-жертв. Куда более приемлемым представляется объяснение, основанное на компьютерной аналогии, что сновидения – это отходы от подсознательной обработки накопленной за день информации, когда мозг принимает решение, какую часть дневных впечатлений, хранящихся пока в своего рода буфере, переписать в долговременную память. Я намного чаще вижу во сне события вчерашнего дня, чем события двухдневной давности. Однако и эта модель «перевалочного пункта», то есть накопления-перезаписи информации, тоже не объясняет всего. Она, в частности, не объясняет ту завуалированность, что характерна для символического языка сновидений, – явление, впервые отмеченное Фрейдом. Она не объясняет также необычайно сильное эмоциональное воздействие сновидений: есть много людей, которых сны пугают несравнимо больше, нежели любые реальные события дня.

Функции «перевалочного пункта» и хранения в памяти, свойственные сновидениям, имеют интересное социальное выражение. Американский психиатр Эрнст Хартман из университета Тафта представил забавные, но вполне убедительные наблюдения о том, что люди, занятые умственной работой в течение дня, особенно если эта работа требует специального напряжения, нуждаются в большем количестве сна ночью, нежели те, кто занят рутинной и не требующей умственных напряжений работой. Однако частично по чисто организационным причинам современные общества строятся так, как если бы у всех людей была одинаковая потребность в сне, а во многих странах мира раннее вставание считается особой добродетелью. Стало быть, количество сна, потребное для накопления-перезаписи, зависит от того, сколько мы передумали и пережили со времени последнего сна. (Нет данных, что верно и обратное: люди, регулярно получающие снотворное, не проявляют необычной умственной активности в паузах, когда они бодрствуют.) В этом отношении было бы интересно обследовать лиц с очень низкой потребностью в сне, чтобы выяснить, больше ли у них часть сна со сновидениями, чем у людей с обычной потребностью во сне, а также определить, увеличивается ли у них длительность всего сна и длительность сновидений в зависимости от количества и качества выполняемой работы.

Мишель Жуве, французский невролог из Лионского университета, обнаружил, что сновидения запускаются той частью мозга, которая называется «варолиев мост». Хотя варолиев мост и расположен в заднем мозге, он является позднейшим, свойственным лишь млекопитающим приобретением эволюции. С другой стороны, Пенфилд обнаружил, что электрическое раздражение точки, находящейся в глубине мозга под височной долей его коры, а также лимбического комплекса может вызвать у эпилептиков в состоянии бодрствования ощущения, схожие со сновидениями, но без их символической и фантастической окраски. Подобное раздражение может вызвать также ощущение чего-то уже бывшего (*dejavu*). Наконец, такое раздражение может вызвать характерные для сновидений эмоции, включая и чувство страха.

Однажды мне приснился сон, который будет мучить меня всю оставшуюся жизнь. Мне снилось, будто я бездумно перелистываю толстый исторический трактат. Судя по иллюстрациям, я ощущал, что изложение разворачивается медленно, как и вообще в книгах подобного рода: античное время, Средние века, Возрождение и так далее, постепенно приближаясь к нашему времени.

Но вдруг, когда оставалась еще пара сотен страниц до конца книги, начались события Второй мировой войны. С нарастающим возбуждением я углубился в чтение и неожиданно обнаружил, что речь идет уже не о прошлом и даже не о настоящем, а о будущем. Это было все равно как сорвать листок 31 декабря с Космического календаря и обнаружить за ним день 1 января Нового года со всеми его деталями. Затаив дыхание, я в буквальном смысле пытался прочесть будущее. Но это было невозможно. Я мог выделить отдельные слова. Я мог даже различать детали шрифта. Но буквы не складывались в слова, а слова в предложения. Я потерял способность читать.

Возможно, это просто метафора непредсказуемости будущего. Но мне часто снится, что я не способен читать. Я могу, например, узнать дорожный знак «Стоп» по его цвету и восьмиугольной форме, но я не могу прочесть само слово «Стоп», хотя и знаю, что оно там написано. У меня есть впечатление, что я понимаю смысл печатной страницы, но при этом я не читаю ее слово за словом и предложение за предложением. Во время сновидений я не могу с уверенностью выполнять даже простейшие операции. Я постоянно путаю слова, не имеющие точного смыслового значения, например «Шуман» и «Шуберт». У меня частично поражена речь и полностью – чтение. Не все, кого я знаю, испытывают во время сна такие же поражения познавательных функций, но какие-то поражения испытывают все. (Между прочим, слепые от рождения видят звуковые, а не зрительные сны.) Неокортекс во время сновидений отнюдь не выключается полностью, но, вне сомнения, и не функционирует полностью.

Заслуживает внимания, что млекопитающие и птицы, в отличие от их общих предков – рептилий, спят, видимо, со сновидениями. Все дальнейшее развитие от рептилий сопровождалось сновидениями, а быть может, и требовало их. С помощью электрических измерений удалось отчетливо установить, что сон у птиц эпизодический и короткий. Если им что-нибудь и снится, то происходит это в течение секунд. Но в эволюционном смысле птицы намного ближе к рептилиям, чем млекопитающие. Имей мы сведения только о млекопитающих, наши доводы были бы более шаткими, но, поскольку сновидения оказались необходимыми для обеих главных таксономических групп, которые произошли от рептилий, мы должны серьезно отнестись к этому совпадению. Почему животные, которые произошли от рептилий, обязаны видеть сны, в то время как другие животные не знают сновидений? Не в том ли дело, что мозг рептилий все еще существует и функционирует?

Как редко во время сновидений мы прерываем себя словами «Это только сон», но как часто мы облачаем сон в одежды реальности! Не существует правил внутренней логики, которым должны следовать сновидения. Сны – это мир волшебного и привычного, страсти и гнева и очень редко это мир раздумий и сомнений. В метафоре триединого мозга сновидения – это частично функция Р-комплекса и частично лимбической коры, а не новой коры головного мозга, то есть его рассуждающей части.

Эксперименты показывают, что, по мере того как длится ночь, в наши сновидения вовлекается все более ранний материал из нашего прошлого, вплоть до детства и младенчества. В то же время растет и эмоциональная наполненность сна. Чувства, испытанные в колыбели, намного чаще снятся перед самым пробуждением, а не сразу после засыпания. Это очень похоже на то, как если бы запись дневного опыта в нашей памяти, образование новых нейронных связей, было бы или более легкой, или более срочной задачей. По мере того как проходит ночь и эта функция сна оказывается выполненной, в сновидения включаются все более причудливые и волнующие образы, все более сильные страхи и вожделения. И уже к самому концу ночи, когда все обязательные сновидения, заданные дневным опытом, уж просмотрены, начинают оживать газели и драконы.

Одно из самых важных научных орудий для изучения состояния сна со сновидениями было разработано психиатром из Стэнфордского университета Вильямом Дементом, который нормален настолько, насколько это вообще возможно для человека, и лишь имеет фамилию, самым нелепым образом не подходящую для человека его профессии^[37].

Сон со сновидениями сопровождается быстрыми движениями глаз (БДГ), которые могут быть зафиксированы с помощью электродов, прикрепленных к векам, а также благодаря характерным кривым на ЭЭГ. Демент обнаружил, что сновидения приходят к каждому из нас несколько раз за ночь. Если разбудить человека во время БДГ-сна, он обычно может вспомнить, что ему снилось. Даже люди, которые утверждают, что им никогда ничего не снится, согласно данным БДГ и ЭЭГ, видят сны не меньше, чем кто-либо другой, и если их разбудить в соответствующее время, они с удивлением признают, что на самом деле видели сон. Когда нам что-либо снится, наш мозг находится во вполне определенном физиологическом состоянии, а сны мы видим довольно часто. Хотя примерно 20 процентов испытуемых, разбуженных во время БДГ-сна, не смогли вспомнить своих сновидений, а примерно 10 процентов испытуемых, разбуженных во время не БДГ-сна, рассказали о том, что им снилось, мы для удобства считаем, что БДГ и сопутствующие ему характерные кривые ЭЭГ относятся к сну со сновидениями.

Есть некоторые данные о том, что сновидения необходимы^[38]. Если людей или других млекопитающих лишали БДГ-сна (пробуждая их, как только приборы показывали БДГ или соответствующие кривые на ЭЭГ), число сновидений за одну ночь возрастало, а в некоторых случаях появлялись дневные галлюцинации, то есть сны наяву. Я говорил уже о том, что соответствующие сну со сновидениями сигналы БДГ и ЭЭГ у птиц непродолжительны, а у рептилий отсутствуют. Сновидения – это, как представляется, функция, свойственная млекопитающим. Более того, сон со сновидениями весьма характерен для младенцев в самые первые дни их жизни^[39]. Аристотель вполне определенно утверждал, что младенцы никогда не видят снов. Мы же, напротив, знаем, что сновидения занимают большую часть их времени. Доношенные новорожденные находятся в состоянии БДГ-сна больше половины всего времени сна. У детей, родившихся на несколько недель раньше срока, сновидения занимают три четверти всего времени сна. А еще раньше, в утробе матери, плод, вероятно, непрерывно видит сны. (В подтверждение этого – следующий факт: новорожденные котята все время находятся в состоянии БДГ-сна.) Рекапитуляция, то есть повторение при эмбриональном развитии черт далеких предков, также свидетельствует, что сновидения – это раннее эволюционное приобретение млекопитающих.

Есть и другая связь между младенчеством и сновидениями: после обоих следует амнезия, то есть забывание. Когда мы выходим из этих состояний, то трудно бывает вспомнить, что с нами происходило. Я предполагаю, что в обоих случаях сказывается недостаточная деятельность левого полушария неокортекса, которое ответственно за аналитическое припоминание. Другое объяснение состоит в том, что в обоих случаях мы испытываем своего рода травматическую амнезию: испытанные нами переживания слишком болезненны для того, чтобы их помнить. Но многие из тех сновидений, что мы забываем, очень приятны, и трудно поверить, что младенчество уж до **такой степени** неприятно. Кроме того, некоторые дети могут вспоминать чрезвычайно ранние впечатления. Память о событиях, происшедших к концу первого года жизни, не такая уж редкость, и, возможно, есть примеры еще более ранних воспоминаний. Когда моему сыну Николасу было три года, его спросили, какое самое раннее событие он может вспомнить, и он ответил почти шепотом, глядя перед собой: «Было красное, и мне было очень холодно». Он появился на свет с помощью кесарева сечения. Может быть, это и невероятно, но я порой думаю: а что, если это его истинные воспоминания о моменте рождения? Во всяком случае, кажется куда более правдоподобным, что забывание, свойственное времени младенчества и снам, возникает из-за того, что в обоих этих состояниях наша умственная жизнь полностью определяется Р-комплексом, лимбической системой и правым полушарием головного мозга. В раннем детстве неокортекс еще недоразвит, а при амнезии он поврежден. Я думаю, что, когда мы видим сновидения, какая-то часть нас действует так, как беличьи обезьяны, которых я наблюдал в лаборатории Поля Мак-Лина. Р-комплекс действует в сновидениях людей, мы все еще слышим, как шипят и скрежещут драконы, и топот динозавров доносится до нас.

Отличный способ выявить научные достоинства теории – это проверить, насколько она применима на практике. Теория строится из отдельных, разобщенных данных; после этого выполняется эксперимент, результаты которого автор теории может не знать. Если эксперимент подтверждает высказанную идею, то это рассматривается как сильная поддержка теории. Фрейд утверждал, что бблыная часть, а может быть, и вся «психическая энергия» наших эмоций и сновидений сексуальна по своему происхождению. Совершенно исключительная роль полового фактора в развитии и распространении вида делает эту идею не такой уж глупой и не такой неправильной, как это казалось многим современникам Фрейда, придерживавшимся викторианских взглядов. Карл Густав Юнг, например, считал, что Фрейд сильно переоценил первичность полового фактора в проявлениях бессознательного. Но теперь, три четверти столетия спустя, эксперименты, проведенные в лабораториях Дементы и других физиологов, подтвердили как будто бы правоту Фрейда. Связь секса и сновидений не поверхностна и не случайна, но оба этих явления имеют глубокие и фундаментальные общие корни, хотя сны, конечно, основаны не на одном лишь сексе, но также и на ритуальном агрессивном иерархическом фундаменте. Многие прозрения Фрейда кажутся не только правильными, но и исключительно смелыми, особенно если принять во внимание ту атмосферу подавления всякого секса, которая царила в венском обществе в конце XIX столетия^[40].

Был проведен статистический учет наиболее часто встречающихся сновидений – учет, который в какой-то степени должен был объяснить их природу. В исследованиях, проведенных на учащихся колледжа, были обнаружены пять наиболее часто встречающихся типов сновидений. Студентам снилось: (1) что они падают; (2) что их преследуют или что на них нападают; (3) что они многократно, но безуспешно пытаются справиться с какой-то задачей; (4) различного рода учебные ситуации; (5) разнообразные сексуальные переживания. Тип (4) сновидений в этом списке объясняется особенностью группы испытуемых. Остальные же типы снов, хотя и касаются, в частности, учащихся, имеют общее значение и относятся также и к неучащимся.

Страх падения совершенно явно связан с обитанием наших предков на деревьях, и это тот страх, который мы, очевидно, разделяем со всеми другими приматами. Если вы живете на дереве, то самый простой способ погибнуть – это просто забыть о страхе падения. Остальные три категории наиболее часто встречающихся сновидений особо интересны, потому что они соответствуют агрессивной, ритуальной, иерархической и сексуальной функциям, то есть тем функциям, которыми заведует Р-комплекс. Другие наталкивающие на размышления данные – это то, что половина всех опрошенных людей видела во сне змею – единственное существо, кроме человека, которое может быть выделено в самостоятельную категорию среди всех образов в наиболее распространенных снах. Возможно, конечно, что многие из снов, в которых присутствуют змеи, могут иметь прямое фрейдистское истолкование. Однако две трети из тех же опрошенных людей видят и простые, ничем не завуалированные сексуальные сны. А так как, согласно Вашберну, молодые приматы имеют врожденный страх перед змеями, легко задаться вопросом: не указывает ли мир снов и напрямую и косвенно на издревле существующую вражду между рептилиями и млекопитающими?

Существует одна гипотеза, которая, как мне кажется, согласуется со всеми приведенными выше факторами, а именно – что эволюция лимбической системы определила радикально новый способ видения мира. Выживание ранних млекопитающих зависело от разумности, неподвижности в дневное время и заботы о молодом поколении. Мир, увиденный через посредство Р-комплексов, – это совсем иной мир. Поскольку в процессе эволюции мозг наращивал новые структуры над уже существующими, функции Р-комплекса могли быть использованы, их можно было частично обойти, но их нельзя было полностью игнорировать. Поэтому под тем местом, где у человека расположены височные доли, развились тормозящие центры, которые приглушают излишнюю активность рептилианского мозга, а центры возбуждения, появившиеся в варолиевом мосту, наоборот, включают Р-комплекс, но делают это безвредно, во время сна. Эта точка зрения имеет, конечно, бросающееся в глаза сходство с картиной, нарисованной Фрейдом, где Суперэго подавляет Ид (или сознательное подавляет подсознательное), при этом Ид выражает себя наиболее ясно в оговорках, свободных ассоциациях, сновидениях и тому подобном в промежутках между подавляющим действием Суперэго.

В ходе широкомасштабного развития неокортекса у высших млекопитающих и приматов эти области стали некоторым образом включаться в сновидения, ибо символический язык – это, в конце концов, тоже язык. (Сказанное относится к различным функциям двух полушарий новой коры, о которых пойдет речь в следующей главе.) Но возникающие в сновидениях образы содержат ярко выраженные элементы сексуального, агрессивного, иерархического и ритуального поведения. Фантастика мира снов может быть связана с почти полным отсутствием прямого восприятия впечатлений во время сна. Во время сна мы очень мало ощущаем реальность. С этой точки зрения тот факт, что дети так много спят, объясняется тем, что в младенчестве анализирующая часть их неокортекса почти не работает. Отсутствие сновидений у рептилий тогда объясняется тем, что у них нет центров, подавляющих сон, и они, как оказал Эсхил, «дремлют» наяву. Я думаю, это может объяснить странности сновидения, другими словами, его отличие от состояния бодрствования, когда мы о чем-либо разговариваем. Это объясняет физиологию сна и его широкую распространенность среди млекопитающих, новорожденных и взрослых людей.

Мы происходим и от рептилий, и от млекопитающих. Благодаря тому, что днем в нас подавляется Р-комплекс, а ночью пробуждаются дремлющие драконы, каждый из нас может вновь проиграть длящуюся сотни миллионов лет войну между рептилиями и млекопитающими.

Только в кровавой охоте наших дней хищники и жертвы поменялись временами суток, когда они активны.

На самом деле в поведении людей достаточно много общего с поведением рептилий. Но если бы мы дали полные бразды правления рептилианским чертам своего характера, наши способности к выживанию, безусловно, понизились бы. Поскольку Р-комплекс так плотно вплетен в ткань мозга, его функции не могут быть обойдены в течение долгого времени. Может быть, сновидения позволяют Р-комплексу функционировать постоянно, как если бы он все еще сохранял свою ведущую роль, – правда, это происходит лишь в нашей фантазии и в создаваемой ею реальности.

Если это так, то вслед за Эсхилом я хотел бы знать: не похоже ли состояние бодрствования других млекопитающих на то состояние, которое люди испытывают во сне? На состояние, в котором мы способны узнавать знаки вроде осязания текущей воды и запаха жимолости, но имеем чрезвычайно ограниченный набор таких символов, как слова; в котором мы сталкиваемся с яркими сенсорными и эмоциональными образами и активным интуитивным пониманием, а не с рациональным анализом; в котором мы не способны выполнить задачи, требующей сконцентрированности мысли; в котором периоды сосредоточенного внимания редки, а периоды рассеянного внимания часты и в котором прежде всего мы слишком слабо ощущаем свою индивидуальность, или свое «я», что вызывает некоторое чувство обреченности, боязнь непредсказуемых утрат, которые принесут неконтролируемые нами события. Если мы действительно ушли от подобного состояния, то мы ушли очень далеко.

VII. Влюбленные и сумасшедшие

У всех влюбленных, как у сумасшедших,
Кипят мозги: воображение их
Всегда сильнее холодного рассудка.
Безумные, любовники, поэты —
Все из фантазий созданы одних.

У. Шекспир. Сон в летнюю ночь

Просто поэты так же глупы, как просто пьяницы, которые живут в постоянном тумане, ничего не видя, ни о чем не судя ясно. Человеку нужно знать несколько наук, он должен иметь разумную, философскую, а в какой-то мере и математическую голову для того, чтобы стать полноценным и отличным поэтом...

Джон Драйден. Заметки об императрице Марокко, 1671

Собаки-ищейки обладают широко известной способностью брать след. Ей дают понюхать «след» – клочок одежды того, кого ищут: потерявшегося ребенка или сбежавшего преступника, – и с лаем, пригнувшись к земле, радостно и точно она ведет нас по следу. Псовые и многие другие животные, которые живут охотой, обладают этой способностью в чрезвычайно развитой форме. След дает им обонятельный ключ, а именно запах. Обоняние – это просто восприятие определенных молекул, в данном случае органических молекул. Для ищейки идти по следу означает улавливать оттенки запахов, то есть характерные для каждого тела молекулы, устанавливать разницу между запахом преследуемого и отвлекающим или мешающим фоном, создаваемым другими молекулами, часть которых принадлежит другим людям, прошедшим той же дорогой (включая тех, кто организовал розыск), а часть – другим животным (включая и саму собаку). Число молекул, оставленных идущим человеком, относительно невелико. Но ищейка может успешно взять даже «холодный» след, скажем оставленный несколько часов назад.

Эта замечательная способность объясняется чрезвычайной обонятельной чувствительностью, свойством, которым, как мы уже видели, обладают даже насекомые. Но от насекомых ищейку

отличают ее поразительные способности различать запахи, умение точно выделить один из множества других, каждый из которых растворен в великом разнообразии ароматов. Ищейка осуществляет сложнейшее каталогизирование молекулярных структур, она отличает новую молекулу среди огромной библиотеки других молекул, которые она унюхала раньше. Более того, ищейке достаточно минуты, а то и меньше, чтобы ознакомиться с запахом, который она будет затем помнить очень долго.

Узнавание по запаху определенных молекул возможно благодаря тому, что в носу есть рецепторы, чувствительные к отдельным функциональным группам, или частям, органических молекул. Один рецептор, например, может быть чувствителен к COOH , другой к NH_2 и так далее (где С означает углерод, Н – водород, О – кислород, N – азот). Различные составные части сложной молекулы прилипают к различным молекулярным рецепторам на слизистой оболочке носа, а детекторы всех функциональных групп собирают затем все данные вместе, образуя таким образом своего рода коллективный обонятельный образ молекулы. Это чрезвычайно сложная сенсорная система. Наиболее сложное сделанное людьми устройство такого рода – комбинация газового хроматографа и масс-спектрометра, – вообще говоря, не имеет ни такой чувствительности, ни такой способности к различению запахов, как у ищейки, хотя в этой области сейчас происходят значительные сдвиги. Обонятельная система животных развилась до своего ныне существующего совершенного состояния под сильным воздействием естественного отбора. Способность своевременно почувствовать партнера, хищника или жертву – это для вида вопрос жизни и смерти. Обоняние – очень древнее чувство. Среди первых компонентов неокортекса, которые появились в истории жизни, были как раз обонятельные луковицы (см. рис. 6), и это потому, что большая часть ранних эволюционных изменений мозга, которые возникали как надстройки над нейронным шасси, подталкивались естественным отбором именно в сторону различения запахов. Не случайно лимбическая система была названа Херриком «риненцефалон» (rhinencephalon), что в переводе означает «нюхающий мозг»^[41].

Чувство обоняния не так хорошо развито у людей, как у собак-ищеек. Несмотря на большую величину нашего мозга, обонятельные луковицы у нас меньше, чем у других животных, и ясно, что запах не играет существенной роли в нашей жизни. Средний человек способен различить сравнительно немного запахов. Но даже при том что весь наш репертуар сводится всего к нескольким запахам, наши возможности описать их словесно и проанализировать необычайно бедны. Наше восприятие запаха очень мало связано, даже в нашем собственном представлении, с истинной трехмерной пространственной структурой молекулы, которая этот запах издает. Обоняние – это сложная познавательная деятельность, которую мы можем в некоторых пределах выполнять с достаточной точностью, но которую мы не способны адекватно описать. И я думаю, что если бы ищейка заговорила, ей тоже было бы очень непросто описать в деталях то, что она умеет прекрасно делать.

Точно так же, как запах есть главное средство, с помощью которого собаки и многие другие животные воспринимают окружающую среду, зрение – это главный информационный канал для человека. Наша чувствительность к зрительным образам и их различению, во всяком случае, не меньше, чем обонятельные способности ищейки. Например, мы способны узнавать лица. Внимательные наблюдатели могут запомнить десятки и даже сотни тысяч различных лиц, а «Индикит», аппарат, широко используемый Интерполом и полицией на Западе, способен воссоздать более десяти миллиардов различных лиц. Ценность этой способности для выживания, особенно для наших предков, абсолютно ясна. Но как трудно нам описать словами прекрасно узнаваемое лицо! Свидетели обычно демонстрируют полную неспособность к словесному описанию ранее встреченного человека, но почти безошибочно узнают его, когда увидят вновь. И, несмотря на то что случаи ошибочного опознания иногда, конечно, встречаются, любой суд всегда готов принять во внимание показания любого взрослого свидетеля, утверждающего, что он данное лицо узнал. Вспомните, как легко выделяем мы в любой толпе знаменитость или как в длинном списке фамилий сразу узнаем свое имя.

Многие из нас считают, что главное в человеке – это словесные и аналитические способности, но у людей и других животных существует весьма сложная и быстродействующая система восприятия и познания, она легко обходится и без слов, и без анализа. Такой способ постижения мира – наше несловесное восприятие и познание его – часто называют «интуитивным». Это слово не значит «врожденный». Никто не рождается с набором лиц,

впечатанным в его мозг. Это слово передает, я думаю, легкое раздражение в связи с нашей неспособностью понять, каким образом мы получаем такое знание. Но интуитивное знание имеет чрезвычайно длинную эволюционную историю, и если учитывать информацию, содержащуюся в генетическом материале, нам придется проследить его происхождение вплоть до начала жизни на Земле. Другой же из обсуждаемых двух способов получения знаний – тот, что на Западе выражает раздражение по поводу самого существования интуитивных знаний, – совершенно недавнее завоевание эволюции. Рациональное мышление, оперирующее словами (включая, скажем, законченные предложения), насчитывает, вероятно, лишь десятки или сотни тысячелетий от рода. Многие люди в своей сознательной жизни почти полностью рациональны, и есть много таких, кто почти полностью интуитивен. Каждая из этих двух групп очень мало ценит познавательные достоинства другой, высмеивают друг друга, и выражения типа «бестолочь» и «аморальный» считаются еще вполне вежливыми при обмене мнениями между ними. Но зачем нам нужно иметь два различных и дополняющих друг друга способа мышления, которые так плохо взаимодействуют один с другим?

Первые сведения о том, что два этих способа мышления локализованы в коре головного мозга, были получены с помощью изучения поражений мозга. Травмы височных и теменных долей левого полушария коры головного мозга очень характерным образом сказываются на нарушении способности читать, писать, говорить и выполнять арифметические операции. Аналогичные повреждения правого полушария ведут к нарушению трехмерного видения, узнавания образов, потере музыкальных способностей и способностей к целостным рассуждениям. Узнаванием лиц ведает главным образом правое полушарие, и те, кто «никогда не могут забыть лицо», выполняют такое распознавание образов правой частью своего мозга. И в самом деле, повреждения правой теменной доли подчас кончаются для пациента неспособностью узнать свое собственное лицо в зеркале или на фотографии. Подобные наблюдения отчетливо указывают, что функции, называемые рациональными, осуществляются главным образом левым полушарием, а те, что мы считаем интуитивными, – главным образом правым.

Наиболее важные эксперименты, проведенные в этой области в недавнее время, были выполнены Роджером Сперри и его сотрудниками в Калифорнийском технологическом институте. В попытке вылечить больных-эпилептиков, страдавших в тяжелой форме большим судорожным припадком (*grand mal*), когда судороги практически не прекращались (два раза в час, и так постоянно), они разрезали мозолистое тело (*corpus callosum*) – главный узел связи нейронных волокон, соединяющих левое и правое полушария неокортекса – новых областей коры головного мозга (рис. 14). Целью операции было сделать попытку помешать своего рода нейроэлектрической буре, бушующей в одном полушарии, распространиться далеко от ее эпицентра в другое полушарие. Существовала надежда, что хотя бы одно из полушарий после операции не будет подвержено этим постоянным приступам. Неожиданным и очень приятным результатом операции явилось то, что частота и интенсивность припадков чрезвычайно уменьшились в обоих полушариях – как если бы ранее через мозолистое тело проходила положительная обратная связь, благодаря которой эпилептическая электроактивность одного полушария усиливала эпилептическую электрооперативность другого.

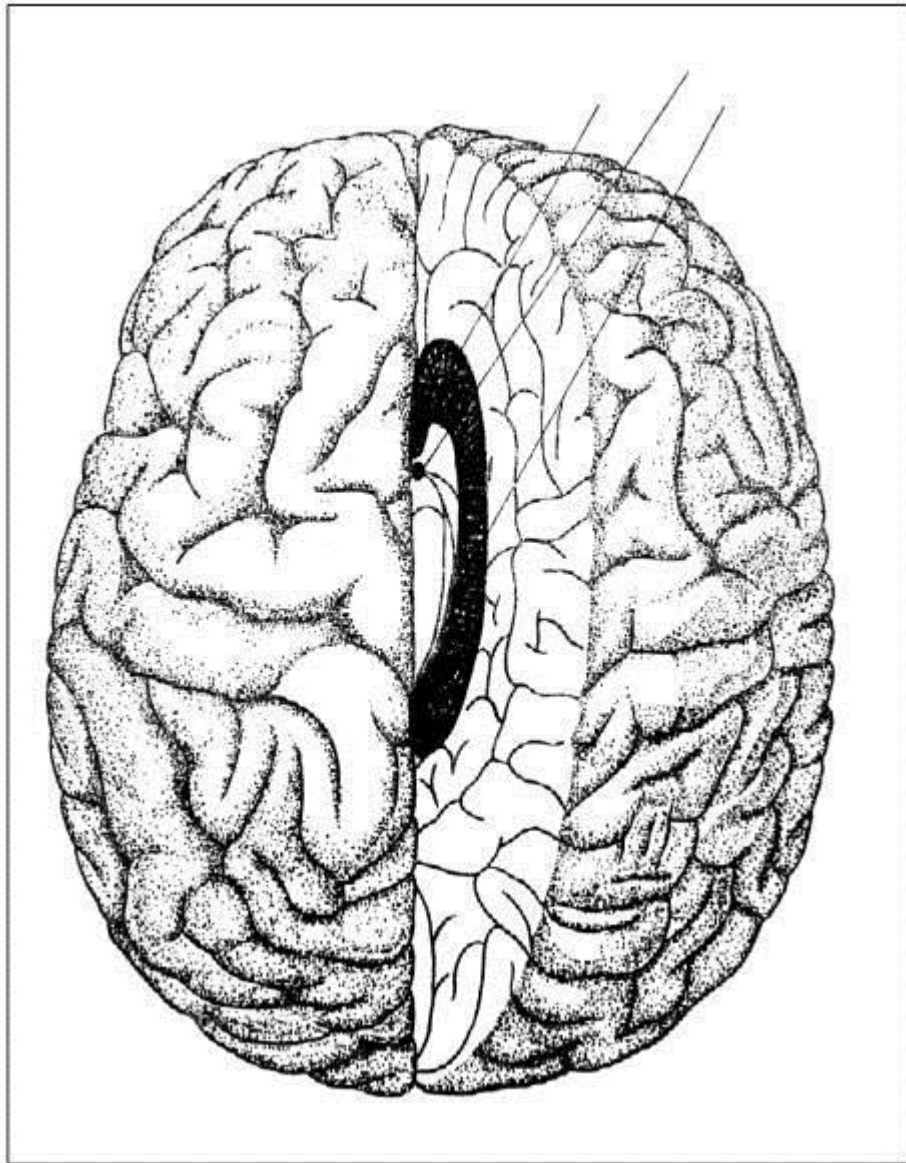


Рис. 14. Схематическое изображение человеческого мозга, в котором оба его полушария хирургическим путем разделены, чтобы помешать распространению возбуждения при эпилептическом припадке. С этой целью прежде всего рассекается мозолистое тело, а иногда также и два других узла, связывающих между собой левое и правое полушарие, – передняя и гиппокампоная спайки. Copyright © 1967 by Scientific American

Такие пациенты с разделенным мозгом после операции самым противоестественным образом оказывались совершенно нормальными. Некоторые из них сообщали, что у них полностью прекратились яркие сновидения, испытываемые ими до операции. Первый из этих пациентов не мог говорить в течение месяца, но эта его афазия потом исчезла. Нормальное поведение и общий вид пациентов с разделенным мозгом сами по себе предполагают, что функция, выполняемая мозолистым телом, весьма скромна. Оно представляет собой пучок из двухсот миллионов нервных волокон, с их помощью оба полушария нашего мозга обмениваются между собой информацией со скоростью в несколько миллиардов битов в секунду. Около двух процентов нейронов неокортекса участвуют в формировании мозолистого тела. И тем не менее, когда его разрезают, ничего как будто не случается. Мне представляется совершенно очевидным, что на самом деле должны быть серьезные изменения, но они становятся заметными лишь при более внимательном изучении.

Когда мы рассматриваем предмет, находящийся справа от нас, то оба наших глаза видят то, что называется правым полем зрения, а когда предмет слева, мы видим левое поле зрения. Но зрительные нервы соединены с мозгом таким образом, что правое поле зрения проецируется в левое полушарие, а левое поле зрения – в правое. Точно так же звуки от правого уха передаются главным образом в левое полушарие, и наоборот, хотя некоторая обработка звуковой информации производится и на той стороне, с которой она приходит: например, звуки, услышанные левым ухом, обрабатываются частично и левым полушарием. Перекрещивания функций не наблюдается в более примитивном органе чувств – обонянии: запах, уловленный левой ноздрей, обрабатывается исключительно в левом полушарии. Но информация, циркулирующая между мозгом и конечностями, перекрещивается. Предметы, которые ощущаем левой рукой, воспринимаются главным образом в правом полушарии, а приказы правой руке написать предложения исходят из левого полушария (рис. 15). В девяноста процентах случаев центры речи у людей находятся в левом полушарии.

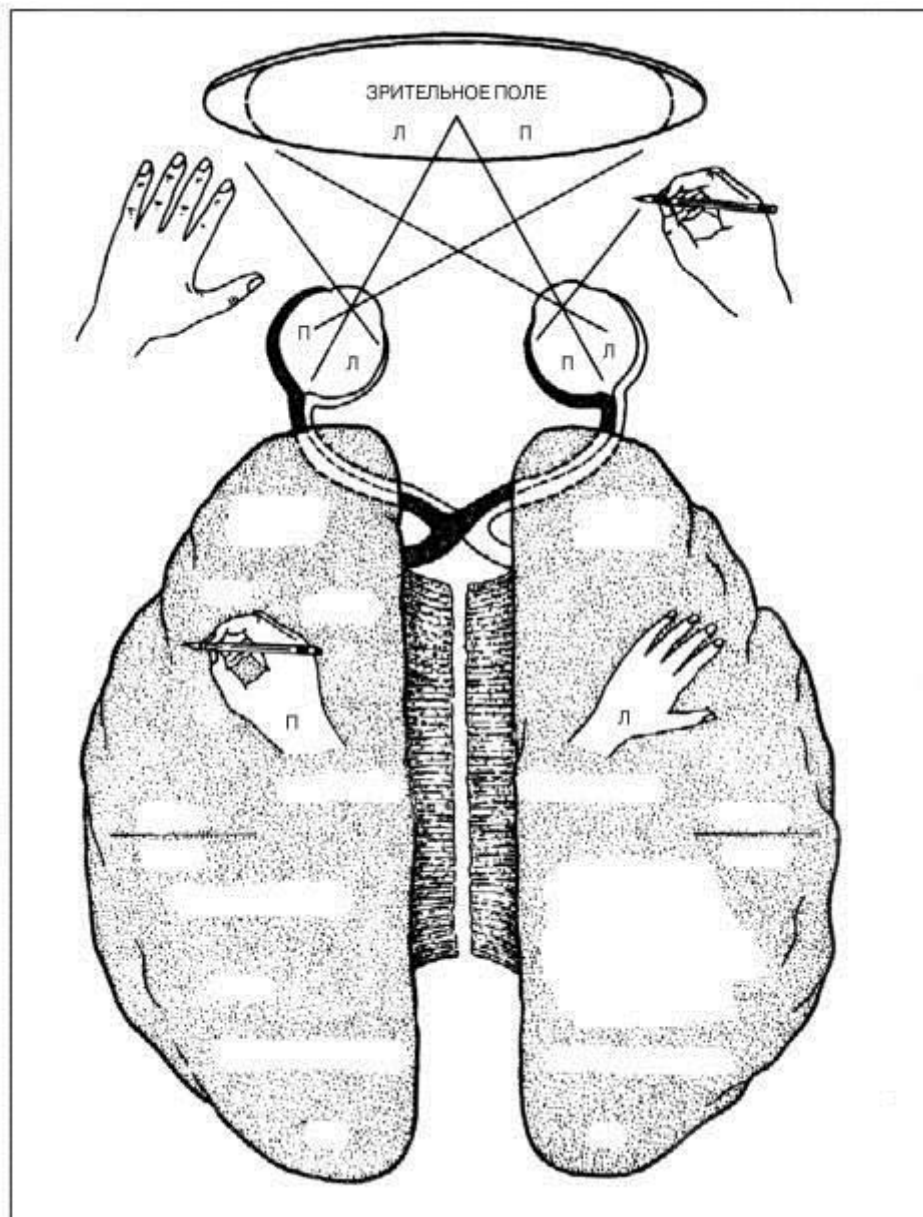


Рис. 15. Схематическое представление (по Сперри) проецирования внешнего мира на оба полушария неокортекса. Правое и левое зрительные поля проецируются соответственно на левую и правую затылочные доли. Управление правой и левой сторонами тела подобным же образом осуществляется перекрестно, как в основном и слух. Запахи же, воспринятые ноздрей, проецируются на полушарие той же стороны

Сперри и его сотрудники провели целую серию изящных опытов, когда различными раздражениями воздействовали на левое и на правое полушария пациентов с разделенным мозгом. В одном из таких экспериментов на экране на короткое время появлялось слово «выточка»^[42], но «вы» – в левом поле зрения, а «точка» – в правом (рис. 16). Пациент сообщал, что он видит слово «точка», и становилось ясно, что если только его способность передать словами свои зрительные ощущения не нарушена, то у пациента не возникло никакого воспоминания о «вы», увиденном правым полушарием. Когда его спросили, о какой точке идет речь, он стал гадать: торговая точка, точка в тексте, точка инструментов, точка встречи. Когда же в похожем эксперименте пациента попросили написать, что он увидел, левой рукой, просунутой в ящик, он нацарапал слово «вы». По движению руки пациент знал, что пишет что-то, но из-за невозможности увидеть написанное соответствующая информация не могла поступить в левое полушарие, контролирующее вербальные способности. Как это ни поразительно, пациент был способен правильно написать нужное слово, но не мог его произнести.

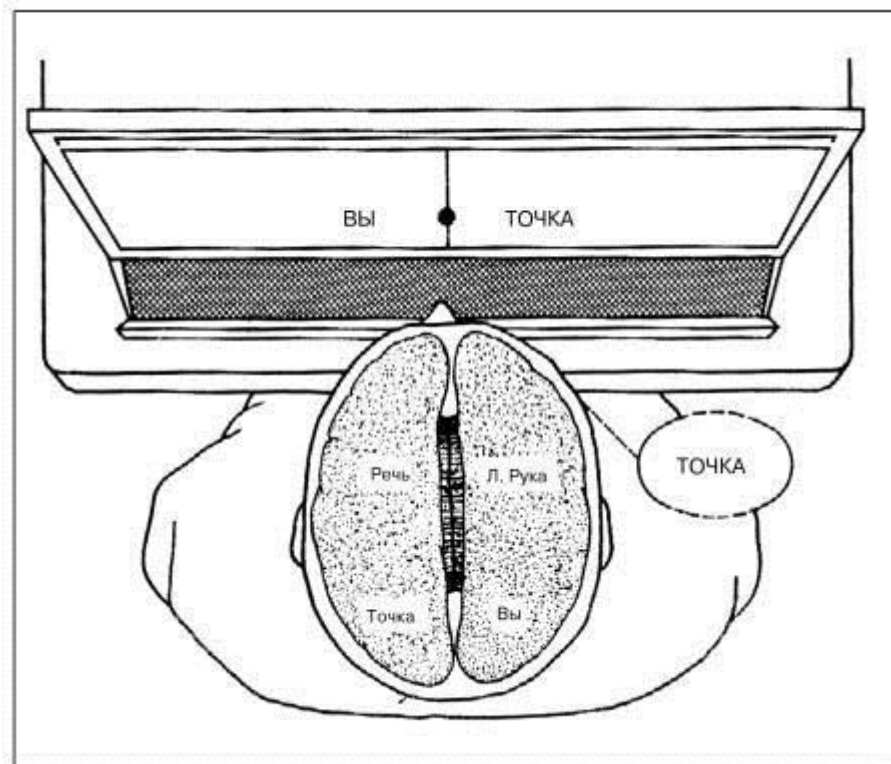


Рис. 16. Испытуемый читает и произносит вслух только то слово, что появилось на мгновение в его правом поле зрения. Никаких ассоциаций, даже бессознательных, между словами, появлявшимися в левом и правом зрительном полях, не наблюдается. По Сперри

Многие другие эксперименты продемонстрировали такой же результат. В одном таком опыте пациент мог ощупать левой рукой объемные пластиковые буквы, которые, однако, он не мог видеть. Из букв, бывших в его распоряжении, можно было составить лишь одно правильное английское слово, например «чашка» или «любовь», и испытуемый справлялся с этой задачей – ведь в правом полушарии заложены некоторые небольшие вербальные способности, слегка напоминающие те, какими мы располагаем в сновидениях. Но после того как пациент правильно составил слово, он все равно не способен был назвать его. Представляется очевидным, что у пациентов с разделенным мозгом каждое полушарие едва ли имеет какое-либо представление о том, чему обучилось другое.

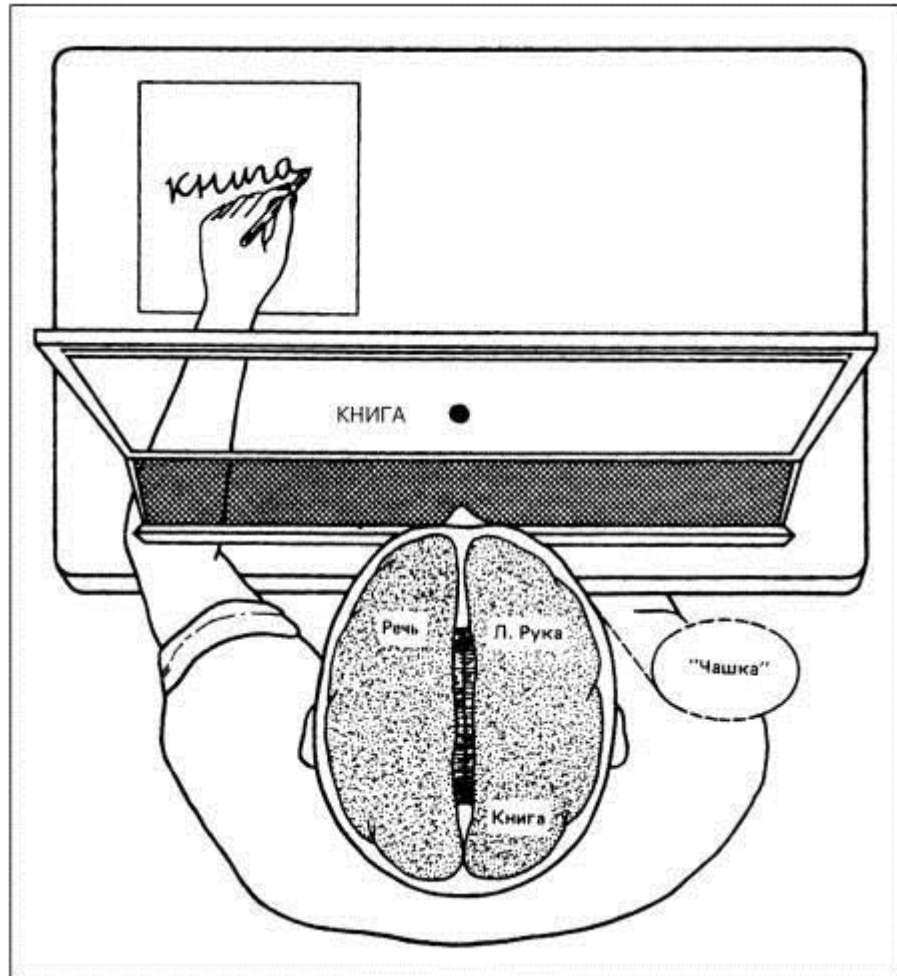
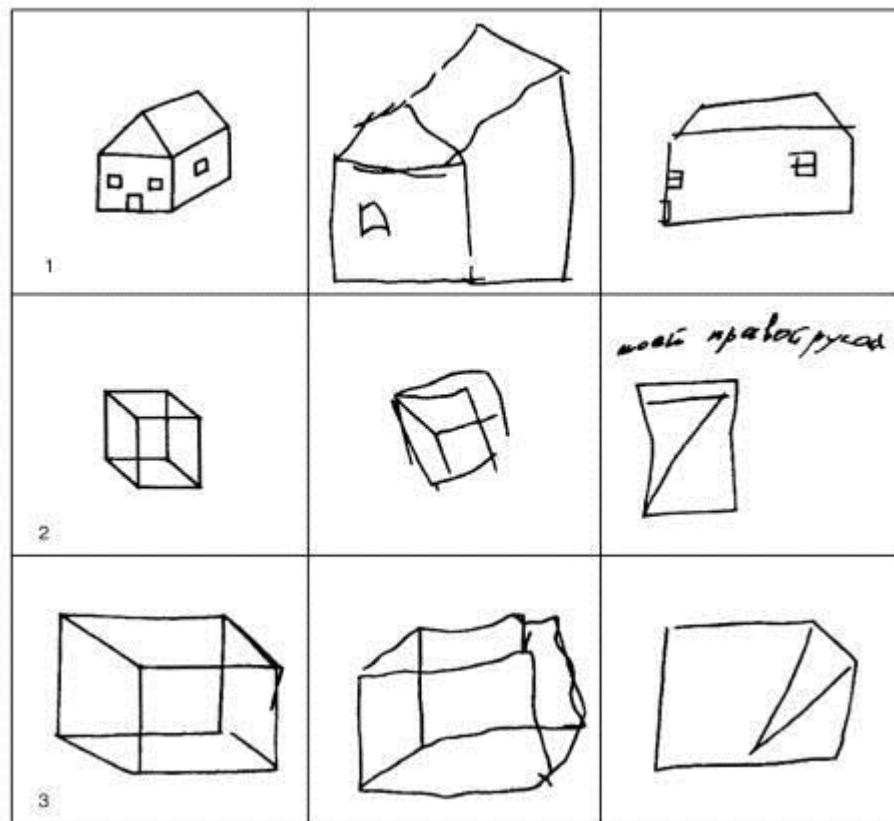


Рис. 17. Когда пациенту с разделенным мозгом в левом поле его зрения предъявляется некое слово, он правильно записывает его (притом своим почерком, а не печатными буквами), при этом он не видит своей руки. Но когда испытуемого спрашивают, что написала его левая рука, он дает совершенно неправильный ответ («чашка»). По Небесу и Сперри

Неспособность левого полушария воспринимать геометрические образы весьма наглядно отражена на рис. 18. Пациент-правша с разделенным мозгом довольно точно мог копировать несложные образцы трехмерных фигур только левой (не имевшей ранее такого опыта) рукой. Преимущество правого полушария в геометрии сказывается лишь при выполнении двигательных задач, это его доминирование не сохраняется при выполнении геометрических функций другого рода, не требующих координации между рукой, глазом и мозгом. Управление этой двигательной геометрической активностью, скорее всего, сосредоточено в теменных долях правого полушария, в том месте, где в левом полушарии размещены языковые способности. М. С. Газзанига из Нью-Йоркского университета в Стоун-Брук предполагает, что такая специализация полушарий возникает потому, что языковые способности развиваются в левом полушарии до того, как ребенок достаточно овладевает двигательными навыками и способностью к видению геометрии мира. Согласно этой точке зрения, специализация правого полушария на геометрическом восприятии мира – это специализация ввиду отсутствия других возможностей: левое полушарие уже было ранее нацелено на овладение языком.



Образец Левая рука Правая рука

Рис. 18. Относительная неспособность левого полушария копировать геометрические фигуры. По Газзаниге

Вскоре после завершения одного из своих наиболее убедительных экспериментов Сперри устроил вечеринку и пригласил на нее знаменитого физика-теоретика с вполне обычным, неразделенным мозгом. Весь вечер этот физик, известный своим искрометным остроумием, просидел молча, с интересом слушая рассказы Сперри о том, что ему удалось узнать о разделенном мозге. Прием закончился, гости начали расходиться, и Сперри встал в дверях, прощаясь с каждым из них. Последним к нему подошел физик и, протянув правую руку, поблагодарил за восхитительный вечер. Затем легким танцевальным па поменяв положение левой и правой ног, он протянул левую руку и писклявым шепотом добавил: «И в то же время это было ужасно».

Когда связь между двумя полушариями коры головного мозга нарушена, больной часто не может сам объяснить собственного поведения, и очевидно, что, даже «говоря по чести», говорящий может не знать «правду о предмете» (вспомните, кстати, цитату-эпиграф к «Вступлению» из платоновского «Федра»). Относительная самостоятельность двух полушарий мозга подтверждается практикой нашей ежедневной жизни. Уже упоминалось о сложностях словесного описания комплексного способа восприятия, свойственного правому полушарию. Многие сложные физические упражнения, включая занятия спортом, требуют, как представляется, относительно малого участия левого полушария. Теннисистам хорошо известен тактический ход, когда противника просят показать, где точно он располагает на ракетке свой большой палец. Часто случается, что такой вопрос, требующий внимания левого полушария, хотя бы ненадолго, выбивает человека из игры. Музыкальные способности в основном определяются правым полушарием. Хорошо известно, что мы способны запомнить песню или отрывок мелодии, совершенно не зная нотной грамоты. Если речь идет об игре на фортепиано, можно сказать, что наши пальцы (но не мы сами) запомнили пьесу.

Такое запоминание может быть весьма сложным. Недавно я имел удовольствие наблюдать, как большой симфонический оркестр репетировал новый фортепианный концерт. На репетициях подобного рода дирижер не обязательно начинает с самого начала и последовательно продолжает до конца. Чаще из-за того, что время репетиции дорого, а также учитывая высокую квалификацию исполнителей, он сосредоточивает внимание только на самых сложных моментах. На меня произвело большое впечатление, что солистка не только помнила весь концерт целиком, но могла начать с любого требуемого такта, едва взглянув в соответствующее место партитуры. Эти ее завидные способности есть результат соединенного действия левого и правого полушарий головного мозга. Необычайно трудно запомнить неизвестный нам ранее музыкальный отрывок таким образом, чтобы можно было начать воспроизводить его с любого такта. Используя компьютерную терминологию, можно сказать, что пианист имеет произвольный, а не последовательный доступ к информации, заключенной в музыкальном произведении.

Это хороший пример сотрудничества правого и левого полушарий в наиболее сложных и наиболее высоко нами ценимых областях человеческой деятельности. Важно не переоценить разделения функций по обе стороны мозолистого тела у нормального человека.

Существование столь сложной соединительной системы, как мозолистое тело, – и это важно подчеркнуть еще раз – означает, что взаимодействие полушарий головного мозга для человека жизненно важная функция.

В дополнение к мозолистому телу между левым и правым полушариями проложен еще один нервный кабель, называемый передней спайкой. Она намного меньше, чем мозолистое тело (см. рис. 14), и в отличие от него встречается уже в мозге рыбы. В экспериментах с людьми с разделенным мозгом, когда мозолистое тело перерезано, а передняя спайка нет, обонятельная информация неизменно передавалась от одного полушария к другому. Есть основания считать, что временами происходила также передача зрительной и слуховой информации через переднюю спайку, но далеко не у каждого пациента. Это связано с анатомией и эволюцией: передняя спайка (а также гиппокампальная спайка, которую можно увидеть на рис. 14) расположена глубже, чем мозолистое тело, и передает информацию в лимбическую кору, а может быть, и в другие, более древние части мозга.

Наблюдается любопытное разделение музыкальных и вербальных способностей. Больные с удаленной правой височной долей коры головного мозга обладают значительно худшими музыкальными способностями, особенно в узнавании и воспоминании мелодии. Но их способность читать ноты сохраняется. Это как будто полностью совпадает с описанным разделением функций: запоминание и оценка музыки включает в себя узнавание звуковых образов и требует скорее целостного, нежели аналитического, подхода. Есть некоторые данные, свидетельствующие о том, что поэзия – это частично функция правого полушария: в некоторых случаях пациенты начинали в первый раз в жизни писать стихи после того, как они становились немыми в результате операции на левом полушарии. Но это была, наверное, если пользоваться словами Драйдена, «просто поэзия». Кроме того, правое полушарие, видимо, неспособно рифмовать.

Латерализация (разделение) функций двух полушарий мозга была обнаружена в экспериментах с людьми, у которых был поврежден мозг. Важно, однако, показать, что полученные выводы применимы и к нормальным людям. В опытах, проведенных Газзанигой, испытуемые с неповрежденным мозгом видели половину слова в левом, а половину в правом поле их зрения (как и больные с разделенным мозгом), и от них требовалось воссоздать предъявляемое им слово. Полученные результаты указывают, что в неповрежденном, нормальном мозге правое полушарие не пытается анализировать слово, а вместо этого пересылает то, что оно увидело, через мозолистое тело в левое полушарие, где обе части предъявленного испытуемому слова складываются вместе. Газзаниге встретился, однако, и пациент с разделенным мозгом, у которого правое полушарие удивительным образом умело владеть языком, но у этого больного в раннем возрасте была повреждена височно-теменная область левого полушария. Мы упоминали уже о способности мозга в случае его повреждения в первые два года жизни ребенка (но не позже) изменять локализацию функций.

Роберт Орнштейн и Дэвид Галин из Нейропсихиатрического института Лэнгли Портера в Сан-Франциско утверждают, что, когда нормальные люди переходят от аналитической к синтетической умственной деятельности, ЭЭГ соответствующего полушария коры головного

мозга претерпевает вполне определенные изменения, а именно: если человек занят, например, устным счетом, его правое полушарие дает на электроэнцефалограмме альфа-ритм, характерный для бездействующего полушария. Если этот результат подтвердится, он будет иметь очень большое значение.

Орнштейн предлагает интересную аналогию, объясняющую, почему люди, во всяком случае на Западе, так широко используют левое полушарие и так мало – правое. Он считает, что наше умение использовать функции правого полушария несколько напоминает возможность видеть звезды среди дня. Солнце в это время сияет так ярко, что звезды не видны, несмотря на то что днем они находятся на небе точно так же, как и ночью. И лишь когда солнце заходит, мы получаем возможность видеть звезды. Аналогичным образом сияние нашего самого последнего эволюционного приобретения – способности к языку, заключенной в левом полушарии, – уводит на второй план способности к интуитивному мышлению правого полушария, которые для наших предков были главным способом восприятия мира^[43].

Левое полушарие обрабатывает информацию по мере ее поступления, правое полушарие – одномоментно, работая сразу с несколькими входами, если вновь использовать компьютерную терминологию. Левое полушарие работает последовательно, правое – параллельно. Левое полушарие несколько напоминает цифровую, а правое – аналоговую вычислительную машину. Сперри предполагает, что разделение функций полушарий коры головного мозга есть следствие их «общей несовместимости». Быть может, мы сегодня способны напрямую ощущать деятельность правого полушария лишь в те моменты, когда левое полушарие «заходит», то есть в сновидениях.

В предыдущей главе я предположил, что главное в состоянии сновидения – это высвобождение Р-комплекса, который днем подавляется неокортексом. Но я говорил также и о том, что весьма важная часть сновидений, их символическое содержание, указывает на значительное участие неокортекса, хотя во сне столь часты и столь разительны нарушения чтения, письма, счета и припоминания нужных слов.

Участие новых областей коры головного мозга в механизме сновидений в добавление к символическому содержанию снов подтверждается еще и другими аспектами образного строя сновидений. Я, например, много раз видел сны, в которых развязка или кульминационный момент были возможны лишь благодаря некоторым намекам, якобы незначительным, вкрапленным в начало сюжета. Все развитие действия сна должно было быть у меня в сознании в тот миг, когда он начался. (Кстати, как показал Демент, длительность событий, происходящих во сне, приблизительно равна длительности аналогичных событий в реальной жизни.). В то время как содержание некоторых сновидений кажется случайным, другие поразительно хорошо сконструированы – в них просматривается удивительно точная драматургия.

Весьма привлекательно считать, что левое полушарие неокортекса во время сновидений подавляется, а правое полушарие, обладающее выдающейся способностью обращаться со знаками, но крайне ограниченно со словами, действует в это время в полную силу. Но, быть может, левое полушарие не полностью выключается на ночь, а занято работой, недоступной для сознания: оно кропотливо переписывает из кратковременной памяти (буфера) в долговременную ту информацию, что должна сохраниться.

Имеются отдельные, но надежные свидетельства решения сложных интеллектуальных задач во время сна. Самый известный случай произошел, вероятно, с немецким химиком Фридрихом Августом Кекуле. В 1865 году наиболее волнующей проблемой структурной органической химии было строение молекулы бензола. К тому времени были получены структуры нескольких простых органических молекул на основе свойств веществ, которые они составляли, и все эти структуры были линейными, то есть атомы этих молекул примыкали друг к другу, располагаясь на одной прямой линии. По его собственному рассказу, Кекуле дремал на сиденье конки, когда ему привиделся сон, в котором атомы танцевали вдоль прямой линии. Неожиданно конец цепочки атомов изогнулся и соединился с ее началом, образовав таким образом медленно вращающееся кольцо. Пробудившись и вспомнив этот фрагмент своего сна, Кекуле сразу же понял, что решением проблемы бензола было кольцо, состоящее из шести атомов углерода, а вовсе не линейная цепочка. Заметим, однако, что случай этот представляет собою, по существу, распознавание образов, а не аналитическую деятельность. Он характерен для почти всех

творческих актов, выполняемых во время сновидений: все они есть результат работы правого, а не левого полушария.

Американский психоаналитик Эрик Фромм писал: «Не должны ли мы ожидать, что, будучи лишены воздействий внешнего мира, мы временно возвращаемся к примитивному, животному, неразумному состоянию сознания? В пользу такого допущения можно привести много аргументов, и многие из исследователей состояния сновидения, начиная от Платона и кончая Фрейдом, придерживались той точки зрения, что подобное возвращение, регрессия – это главная и существенная черта всякого сновидения». Фромм указывает далее, что иногда во сне на нас нисходят озарения, которых не бывает в состоянии бодрствования. Но я думаю, что озарения эти всегда имеют интуитивный характер – они представляют собою распознавание образов. «Животный» аспект наших сновидений может быть понят как деятельность старых отделов мозга – Р-комплекса и лимбической системы, озаряемая порой интуитивными прозрениями новой коры правого полушария. И то и другое происходит потому, что в обоих случаях подавляющая функция левого полушария практически выключена. Эти правополушарные озарения Фромм называет забытым языком и вполне убедительно показывает, что они представляют собой общий источник происхождения сновидений, сказок и мифов.

Во время сна мы каким-то образом знаем, что малая часть нас спокойно следит за происходящим, как будто где-то в уголке сна живет своего рода наблюдатель. Именно эта «наблюдательная» часть нашего сознания временами – порой в самый страшный момент ночного кошмара – говорит нам: «Это всего лишь сон». И именно «наблюдатель» оценивает драматическое единство и искусство построения сюжета сна. Однако большую часть времени «наблюдатель» хранит абсолютное молчание. Люди, применяющие психоделические средства, например марихуану или ЛСД, обычно ощущают присутствие такого «наблюдателя». Употребление ЛСД может привести к тяжелым последствиям, и несколько человек говорили мне, что вся разница между разумностью и безумием в этом случае полностью определяется присутствием «наблюдателя» – маленькой молчаливой части бодрствующего сознания.

Один человек рассказывал мне, что, находясь под действием марихуаны, он ясно ощущал присутствие подобного молчаливого «наблюдателя» и в то же время всю несуразность такого присутствия. «Наблюдатель» отстраненно, но с интересом следил за калейдоскопом образов сновидения, вызванных действием марихуаны, и порой позволял себе критические замечания. «Кто ты?» – молча спросил его мой информант. «А кто спрашивает?» – последовал ответ совершенно в духе дзен-буддистских канонов или суфийских притчей. Я хотел бы высказать предположение, что «наблюдатель» – маленькая часть критических способностей левого полушария, активнее действующая под влиянием психоделических средств, чем во время сновидений, но в какой-то мере присутствующая и там и тут. Однако на старый вопрос «Кто есть тот, кто спрашивает?» по-прежнему нет ответа. Быть может, правильный ответ таков: это еще одна составляющая часть левого полушария коры головного мозга.

У людей и шимпанзе была обнаружена некоторая асимметрия височных долей левого и правого полушарий – определенная часть левой доли развита значительно сильнее, чем правой. Наши дети рождаются с этой асимметрией (она возникает уже на двадцать девятой неделе беременности), что указывает на сильное генетическое предрасположение к тому, чтобы речью управляла височная доля именно левого полушария. (Тем не менее дети с поражениями левой височной доли способны в первые два года своей жизни с успехом развить все речевые функции в соответствующем месте правого полушария. В более позднем возрасте такое замещение невозможно.) Латерализация функций обнаруживается также в поведении маленьких детей. Им легче воспринимать словесный материал через правое ухо, а несловесный – через левое, что верно также и для взрослых. Сходным образом младенцы в среднем чаще смотрят на предметы справа от себя, чем на такие же предметы слева, а чтобы вызвать их ответную реакцию, необходим более громкий звук слева, чем справа. Хотя ни в устройстве мозга, ни в поведении обезьян не было точно установлено асимметрии подобного рода, результаты, полученные Дьюсоном (см. с. 127), позволяют предположить, что какая-то латерализация существует и у высших приматов; но нет никаких данных, говорящих об анатомической асимметрии височных долей коры головного мозга, скажем, у макаков-резусов. Можно предположить, что лингвистическими способностями шимпанзе заведует, как и у людей, левая височная доля коры головного мозга.

Ограниченный набор криков, имеющих смысловое значение, которые издают обезьяны, контролируется, видимо, лимбической системой, во всяком случае весь вокальный репертуар белчих обезьян и макак-резусов может быть вызван электрическим раздражением лимбической системы. Язык людей управляется неокортексом. Вначале звуковым языком управляла лимбическая система, затем ее место заняли височные доли неокортекса. Это соответствовало переходу от инстинктивного общения к обучению общению – существенному шагу в эволюции человека. Однако удивительная способность обезьян усваивать язык жестов, а также тот намек на латерализацию функций, который усматривается в мозге шимпанзе, позволяет предположить, что начало усвоения символического языка приматами – это не событие недавнего времени. Напротив, оно случилось много миллионов лет назад, чему свидетельство – зона Брока, обнаруженная у Человека умелого благодаря изучению отливок, изготовленных по ископаемым черепам.

Поражение той части новой коры обезьян, что у людей заведует речью, не приводит к разрушению инстинктивной вокализации, то есть выражению своих переживаний с помощью звуков. Отсюда следует, что человеческий язык базируется на существенно новой системе мозга, а не просто на работе механизма, заключенного в лимбической коре, который ответствен за крики и зовы. Некоторые специалисты по эволюции человека высказывали мнение, что усвоение языка произошло очень поздно – быть может, лишь в последние несколько десятков тысяч лет – и было связано с теми сложностями, что поставило перед людьми последнее оледенение. Но имеющиеся данные не согласуются с этой точкой зрения, более того, центры речи в человеческом мозге настолько сложно устроены, что очень трудно представить себе их столь быстрое развитие – всего за тысячу поколений, которые сменились с момента пика последнего оледенения.

Имеющиеся в нашем распоряжении данные показывают, что у далеких предков людей, живших десятки миллионов лет назад, новая кора головного мозга, левого и правого полушарий выполняла сходные функции, так что полушария дублировали друг друга. В дальнейшем прямохождение, использование орудий и развитие языка способствовали взаимному усовершенствованию – например, любой прогресс в области языка приводит к улучшению ручных орудий, и наоборот. Представляется, что соответствующей эволюции мозга предшествовала специализация одного из двух полушарий в аналитическом мышлении.

Первоначальное включение резерва, то есть избыточности в конструкцию, между прочим, используется в вычислительной технике в особо ответственных случаях. Например, даже не зная нейроанатомии коры головного мозга, инженеры, создававшие бортовую память спускаемого на Марс аппарата «Викинг», установили на нем два совершенно одинаковых компьютера с совершенно одинаковыми программами. Но вследствие сложности их конструкции разница между двумя компьютерами вскоре дала о себе знать. Перед посадкой на Марс оба бортовых компьютера подверглись испытанию на разумность, которым руководила большая ЭВМ с Земли. Тот из бортовых компьютеров, который хуже справился с задачей, был выключен. Быть может, эволюция человека проходила сходным образом и наши высоко ценимые способности к рациональному и аналитическому мышлению локализованы в «другом» мозге – в том, который не вполне справлялся с интуитивным мышлением. Эволюция часто использует подобную стратегию. Действительно, вот как она обычно увеличивает количество наследственной информации по мере роста сложности организмов: часть генетического материала удваивается, чтобы впоследствии возникла возможность постепенной специализации функций этого продублированного механизма.

Почти все без исключения человеческие языки включают в себе некую направленность, известный уклон вправо. «Право» ассоциируется с законностью, с правильным поведением, высокими моральными устоями, твердостью и мужским началом; «лево» – со слабостью, трусостью, неопределенностью цели, злом и женским началом. По-английски, например, мы употребляем слова «rectitude» (правота), «rectify» (исправлять), «righteous» (справедливый), «right-hand таи» (правая рука кого-либо, ближайший помощник), «dexterity» (привычка пользоваться правой рукой и в то же время сообразительность), «adroit» (ловкий, находчивый; происходит от французского «adroit» (что значит направо), «rights» (права) в выражении «права человека» и в фразе «в своем праве». Даже слово «ambidextrous», означающее «одинаково

свободно владеющий обеими руками», в точном переводе значит все-таки «с двумя правыми руками».

С другой стороны (буквально!) в английском языке есть слова «sinister» (дурной, зловещий; слово пришло из латинского языка, где оно означает «левый»), «gauche» (неотесанный, бестактный; во французском языке, откуда оно заимствовано, слово это также означает «левый»), «gawky», «gawk» (простофиля, деревенщина – от того же французского корня), «left-handed compliment» (сомнительный комплимент, в буквальном переводе – комплимент с левой руки). Русское «налево» имеет также значение «противозаконно». Итальянское «mancino» («левый») переводится и как «обманчивый». И хотя есть «Билль о правах», «Билля о левах» нет.

Согласно одной из точек зрения, английское слово «left» (левый) происходит от «lyft», что на англо-саксонском означало «слабый» или «никчемный». «Правый» в юридическом смысле (то есть действующий в соответствии с установленными в обществе правилами) и «правый» в логическом смысле (в противоположность «ошибочному») во многих языках обозначаются одним и тем же словом. Использование понятий «правый» и «левый» в политической терминологии, вероятно, восходит к тому времени, когда на исторической арене появилась политическая сила, противопоставившая себя дворянству. Дворяне располагались справа от короля, а «эти выскочки» – капиталисты – слева от него. Дворяне находились по правую руку короля потому, конечно, что король и сам был дворянином, и находиться от него справа считалось почетным. И в теологии, как в политике: «По правую руку Господа»^[44].

Можно обнаружить немало примеров связи между понятиями «право» и «прямо». На мексиканском диалекте испанского языка, чтобы указать направление прямо, надо сказать «право право», на том английском языке, на котором говорят черные американцы, выражение «right on» служит выражением одобрения, особенно выразительному и хорошо сформулированному высказыванию. Слово «straight» (означающее «прямой») в разговорном английском сегодня широко употребляется в смысле «привычный», «правильный», «соответствующий». По-русски «правый» родственно «правде». Во многих языках «правый» имеет дополнительный смысл – «прямой» или «точный», «верный», как в выражении «его дело было правое».

Так называемый Стэнфордский (Бинэ) тест для определения коэффициента интеллектуальности (IQ) включает в себя некоторые попытки исследовать функции как левого, так и правого полушария, испытуемому предлагают угадать, какую форму примет лист бумаги, после того как его несколько раз сложить пополам, а затем ножницами вырезать какую-то часть его, или же оценить общее число кубиков в конструкции, часть которой скрыта от взгляда наблюдателя. Хотя создатели Стэнфордского (Бинэ) теста полагают, что вопросы подобного геометрического толка весьма полезны для определения «разумности» детей, эти же задачи, предлагаемые подросткам и взрослым, в значительно меньшей степени позволяют оценивать их IQ. И конечно, при подобного рода исследованиях интуиция практически не изучается. Все IQ-тесты определенным образом нацелены на анализ работы левого полушария.

В противопоставлении слов «правый» и «левый» видно отражение ожесточенного конфликта, возникшего еще на раннем этапе истории человечества^[45]. Что могло вызвать столь сильные эмоции?

В сражении режущим или колющим оружием, а также в таких видах спорта, как бокс, бейсбол и теннис, человек, обученный пользоваться правой рукой, неожиданно столкнувшись с левшой, сразу же почувствует, что у соперника есть перед ним большие преимущества. Точно так же левша мог обманчивым образом подойти вплотную к своему врагу, символизируя своей безоружной правой рукой самые мирные намерения. Но это никоим образом не может объяснить широко распространенной глубокой антипатии к левой руке и того, что такой антипатией особенно сильно заражены женщины.

Во всех без исключения человеческих обществах допромышленной поры левая рука использовалась для туалета, а правая – для приветствия и для еды. Случайные отклонения от этого правила считались, по вполне понятным причинам, недопустимыми. Суровые наказания обрушивались на маленьких детей за нарушение правил пользования левой и правой рукой. Много старых людей на Западе все еще помнят время, когда строго-настрого запрещалось даже дотрагиваться до чего-либо левой рукой. Я думаю, что это может объяснить наше крайнее нежелание быть связанным с «левым» и наше самозагцитное, хотя и напыщенное причисление

самих себя к «правому», что так характерно для нашего «праворукого» общества. Это объяснение, однако, не вносит ясности в вопрос, почему функции между правой и левой рукой первоначально распределялись именно так. В самом глубоком смысле объяснение должно содержаться в чем-то другом^[46].

Нет прямой связи между тем, какую руку вы предпочитаете использовать для выполнения большинства действий, и тем, какое из двух полушарий коры головного мозга ведаёт у вас речью, и, хотя по этому поводу идут еще дебаты, все-таки, видимо, у большинства левшей центр речи располагается в левом полушарии. Тем не менее считается, что сам факт существования предпочтительности одной из рук связан с латерализацией функций мозга. Есть данные, говорящие о том, что левши имеют больше шансов встретиться с затруднениями при выполнении таких чисто левополушарных функций, как чтение, письмо, речь и счет, и что им легче даются свойственные правому полушарию воображение, распознавание образов и всякого рода творческие процессы^[47]. Есть данные и о том, что люди генетически более склонны быть правшами. Например, число папиллярных линий на пальцах человеческого зародыша в течение третьего и четвертого месяцев беременности больше на правой руке, чем на левой, и эта предпочтительность сохраняется всю утробную жизнь и даже какое-то время после рождения.

Анализ ископаемых черепов бабуинов, на которых имелись повреждения, нанесенные деревянными или костяными дубинками, принадлежавшими австралопитекам, позволил получить данные о предпочтительном употреблении той или иной руки этими нашими отдаленными предками. Первооткрыватель окаменелых остатков австралопитека Раймонд Дарт пришел к выводу, что около 20 процентов из них были левшами, а это приблизительно соответствует пропорции, наблюдаемой у современных людей. По-иному обстоит дело у других животных: хотя они часто демонстрируют предпочтительность одной из лап, у них в привилегированном положении правая лапа оказывается с той же вероятностью, что и левая.

Право-левые различия уходят далеко в прошлое нашего вида. Я думаю, что некоторый отзвук битв между рациональным и интуитивным, между двумя полушариями нашего мозга, слышен в разнице звучаний слов, обозначающих «правое» и «левое»: в конце концов, именно словесное полушарие управляет правой стороной нашего тела. И в самом деле, правая половина может и не обладать большей ловкостью, но она, безусловно, находится под бблыпим давлением. Похоже, будто левое полушарие ведет себя оборонительно по отношению к правому, оно словно странным образом чувствует себя незащищенным. Если это действительно так, то словесная критика интуитивного образа мышления становится подозрительной, так как у левого полушария есть мотив для подобных действий. К сожалению, есть все основания предполагать, что правое полушарие испытывает такие же опасения относительно левого, но высказывает оно их, естественно, не словесно.

Признавая пригодность обоих методов мышления – правополушарного и левополушарного, – мы все же должны задаться вопросом: являются ли они одинаково эффективными и полезными в новых жизненных обстоятельствах? В том, что правополушарное интуитивное мышление может улавливать связи и структуры, слишком сложные для левого полушария, нет сомнений, но оно может также обнаруживать и то, чего на самом деле нет. Скептическое и критическое мышления не свойственны правому полушарию. И чисто правополушарные выводы, сделанные в сложных обстоятельствах, могут быть ошибочными либо параноидальными.

В экспериментах, проведенных недавно Стюартом Даймондом, психологом из Кардиффского университетского колледжа в Уэльсе, были использованы специальные контактные линзы, позволявшие по отдельности показывать фильмы правому и левому полушариям. Конечно, в обычном случае информация, полученная одним полушарием, может быть передана через мозолистое тело другому полушарию. Испытуемых попросили оценить показанные фильмы с эмоциональной точки зрения. Эти опыты показали, что по сравнению с левым полушарием правое полушарие видит мир как значительно более неприятное, враждебное и даже омерзительное место. Кардиффские психологи обнаружили также, что в случаях, когда одновременно работают оба полушария, наше эмоциональное восприятие очень схоже с восприятием одного левого полушария. Вероятно, в повседневной жизни негативизм правого полушария сильно смягчается более добродушным и жизнерадостным левым полушарием. Но, видимо, в правом полушарии таятся мрачные чувства и параноидальные подозрения, чем и

можно объяснить антипатию нашего левополушарного мышления к «дурным» качествам левой руки и правого полушария.

Человек, мыслящий параноидально, верит, что ему удалось обнаружить заговор, то есть скрытые (и недоброжелательные) черты в поведении друзей, сотрудников или правительства, и тогда, когда на самом деле этого нет. Если заговор действительно существует, человек может быть глубоко обеспокоен этим положением, но в этом случае мышление его совсем необязательно будет параноидальным.

Времена быстрого социального развития знаменуются наличием заговоров и со стороны тех, кто желает перемен, и со стороны тех, кто стремится закрепить существующее положение (в политической истории Америки недавних лет последних больше, чем первых). Поиски заговоров, когда их на самом деле нет, – признак паранойи; поиски заговоров, существующих в действительности, – признак здорового ума. Один мой знакомый любит говорить: «Сегодня в Америке если ты чуть-чуть не параноик, то ты сумасшедший». Это замечание, однако, применимо везде.

Нельзя сказать, являются ли образы, созданные правым полушарием, действительными или вымышленными, без внимательного изучения их левым полушарием. С другой стороны, чисто критическое мышление, без творческих и интуитивных озарений, без поисков новых форм, пусто и никчемно. Решение сложных проблем в изменяющихся обстоятельствах требует активного участия обоих полушарий головного мозга: дорога в будущее проходит через соединяющее их мозолистое тело.

Обычная реакция людей на вид крови – это один из многих примеров того, как различные подходы к реальности могут вызвать различное поведение. Многие из нас чувствуют приближение тошноты или даже теряют сознание при виде обильного кровотечения у кого-либо другого. Причина этого, я думаю, ясна. На протяжении многих лет мы привыкли связывать собственное кровотечение с болью, ранением, нарушением целостности тела, и потому мы сопереживаем страданиям другого. Нам знакомо чувство боли чужого человека. Почти наверняка поэтому красный цвет – это сигнал, в самых различных обществах людей означающий опасность или необходимость остановки^[48]. (Если бы цвет вещества, переносящего кислород в нашей крови, был зеленым, что вполне допустимо с биохимической точки зрения, то мы все считали бы, что зеленый цвет – это естественное обозначение опасности, и были бы крайне удивлены идеей обозначить ее красным цветом.) С другой стороны, вид крови вызывает совершенно другую реакцию у опытного врача. Какой орган поврежден? Насколько обильно кровотечение? Венозное оно или артериальное? Нужно ли наложить жгут? Все это аналитические функции левого полушария. Они требуют более сложных аналитико-познавательных процессов, чем простая ассоциация: кровь – это боль. И они куда более полезны. Если бы у меня случилась такая травма, я, безусловно, предпочел бы общество компетентного врача, который в результате многолетней практики привык к крови, чем общество сочувствующего мне товарища, который сам до смерти напуган видом крови. Последний, конечно, сделает все, чтобы не поранить другого человека, но первый сможет помочь в случае, если ранение все же произойдет. Идеальный человек – это такой, у которого оба этих совершенно различных подхода существуют одновременно. И большинство из нас именно таковы. Оба образа мышления весьма различны, но они дополняют друг друга таким образом, что это способствует выживанию вида.

Типичным примером того, как интуитивное мышление порой противостоит ясным аналитическим выводам, может послужить высказывание Д. Х. Лоуренса о природе Луны: «Не нужно мне объяснять, что это мертвый камень в небе! Я знаю, что это не так». И действительно, Луна – это гораздо больше, чем мертвый камень в небе. Она прекрасна, с ней связаны самые романтические ассоциации, она вызывает морские приливы и, может быть, даже является первопричиной ежемесячных менструальных циклов у женщин. Но, безусловно, один из признаков Луны – это то, что она мертвый камень в небе. Интуитивное мышление вполне применимо к областям, в которых мы успели приобрести собственный или данный нам эволюцией опыт. Но в новых сферах – таких, как исследование природы близких к нам небесных тел, – интуитивное мышление обязано вести себя скромно и с благодарностью принимать то, что открыл среди тайн природы рациональный разум. В равной степени познание не оканчивается процессами рационального мышления, они должны быть включены в более широкий контекст

человеческих ценностей; суть и направление рациональных и аналитических изысканий должны в значительной степени определяться той пользой, которую они в конце концов принесут людям, а открыть ее способно лишь интуитивное мышление.

Занятие наукой в известном смысле можно считать параноидальным мышлением применительно к природе: мы стараемся раскрыть ее заговоры, обнаружить связь между, казалось бы, несовместимыми вещами. Наша цель при этом – уловить присущую природе упорядоченность (правополушарное мышление), но во многих случаях наше понимание не соответствует известным данным. Таким образом, все выдвигаемые закономерности должны быть пропущены через сито критического анализа (левополушарное мышление). Формулирование закономерностей без их критического переосмысления, так же как один лишь скептицизм без поиска правил, – это два противоположных типа ущербной науки. Действенное получение знаний требует одновременно и того и другого подхода.

Математический анализ, физика Ньютона и геометрическая оптика возникли первоначально из геометрических соображений, но сегодня обучение этим наукам и демонстрация полученных в этих науках закономерностей проводятся с помощью аналитических методов: в создании математики и физики правое полушарие участвует намного больше, чем в процессе передачи этих знаний другим людям. И сегодня происходит то же самое. Все основные научные открытия – неизменно результат интуиции, и столь же неизменно они описываются в научных работах с помощью строгих аналитических методов. В этом нет никакого противоречия – именно так и должно быть. Ведь творческий акт – это в основном дело правого полушария. Однако проверка правильности полученного результата – функция левого полушария.

Удивительным прозрением Альберта Эйнштейна, ставшим основой общей теории относительности, была идея, что природу гравитации можно понять, если приравнять к нулю тензор Римана—Кристоффеля, записанный в сокращенной форме. Но это утверждение могло быть принято только потому, что удалось получить детальные математические следствия из полученного уравнения, выяснить, следуют ли из него выводы, отличные от тех, что дает теория тяготения Ньютона, а затем поставить опыты, в которых природа подаст свой голос в пользу той или иной теории. В трех замечательных экспериментах – отклонении света звезд при прохождении вблизи Солнца, изменении орбиты Меркурия, ближайшей к Солнцу планеты, и красном смещении в сильном гравитационном поле – природа проголосовала за Эйнштейна. Но без этой экспериментальной проверки лишь немногие физики признали бы общую теорию относительности. В истории физики есть немало гипотез, почти сравнимых по остроумию и элегантности с теорией Эйнштейна, которые были, однако, отвергнуты, потому что не выдержали проверки опытом. На мой взгляд, наша жизнь была бы намного лучше, если бы такая проверка, а также готовность отвергнуть гипотезы, которые ее не выдержали, были бы обычными для социальной, политической, экономической, религиозной и культурной сторон нашего бытия.

Я не знаю ни одного крупного достижения науки, которое не потребовало бы совместной работы обоих полушарий головного мозга. В искусстве это не так, поскольку там, очевидно, не может быть поставлен эксперимент, с помощью которого способные, преданные своему делу и непредубежденные исследователи могли бы прийти к одинаково всех устраивающему выводу по поводу того, какая работа действительно является великой, а какая – нет. В качестве одного из примеров я мог бы привести тот факт, что все ведущие французские искусствоведы, журналы и музеи конца XIX – начала XX века целиком отрицали французский импрессионизм, а сегодня о тех же самых художниках те же самые авторитеты говорят, что они создали шедевры. Не исключено, что столетие спустя маятник их мнений опять отклонится в другую сторону.

Эта книга сама по себе представляет упражнение в распознавании образов, попытку понять нечто в природе и эволюции человеческого разума, используя в качестве ключей данные различных наук и мифов. Это в значительной своей части правополушарная деятельность, и, работая над этой книгой, я многократно просыпался среди ночи или в ранние утренние часы от приятного ощущения некоего озарения. Но то, насколько озарения эти соответствуют истине, – а я полагаю, что многие из них нуждаются в серьезной проверке, – зависит от хорошей или плохой работы левого полушария моего мозга, а также от ответа на вопрос: придерживаюсь ли я той или иной точки зрения лишь потому, что не знаю данных, ей противоречащих? Когда я писал эту

книгу, мне много раз приходило в голову, что она может служить своего рода метапримером: ее замысел и его воплощение иллюстрируют ее содержание.

В XVII веке существовали два совершенно различных способа описания связей между двумя математическими величинами: можно было написать алгебраическое уравнение или же нарисовать соответствующую кривую. Рене Декарт показал полную идентичность этих двух математических подходов, поскольку в аналитической геометрии, которую он изобрел, каждое алгебраическое уравнение может быть изображено в виде графика. (Между прочим, Декарт был к тому же еще и анатомом, интересующимся локализацией различных функций в мозге.) Сегодня аналитическая геометрия стала общедоступной, но в XVII веке она представляла собой блестящее открытие. Однако алгебраическое уравнение – это типичнейшая левополушарная конструкция, в то время как геометрическая кривая, структура, образованная множеством относящихся к ней точек, есть характерный продукт правого полушария. В определенном смысле аналитическая геометрия – это мозолистое тело математики. Сейчас огромное количество теорий либо противоречит друг другу, либо не имеет никаких общих точек соприкосновения. Они часто отражают собой противоборство левополушарного и правополушарного подходов. Поэтому так остро не хватает нам сегодня декартовского соединения на первый взгляд не связанных между собою или даже противоположных теорий.

Я думаю, что наиболее значительные творческие достижения нашей или иной другой человеческой культуры – своды законов и этические нормы, искусство и музыка, наука и техника – стали возможными лишь благодаря совместной работе левого и правого полушарий коры головного мозга. Эти созидательные действия, даже если они случаются нечасто и доступны немногим, изменили мир и нас самих. Можно сказать, что культура человечества есть функция мозолистого тела.

VIII. Грядущая эволюция мозга

Будущее и должно быть пугающим... Самые большие достижения цивилизации – это процессы, которые едва не разрушили те общества, в которых они происходили.

Альфред Норт Уайтхед. Приключения в мире идей

Голос рассудка тих, но он не умолкает, пока его не услышат. И в конце концов после многих неудач он непременно добивается своего. Это одно из немногих обстоятельств, в силу которых мы можем сохранять оптимизм относительно будущего человечества.

Зигмунд Фрейд. Будущее иллюзий

Сознание людей способно на все, потому что в нем сосредоточено все: и прошлое и будущее.

Джозеф Конрад. Сердце тьмы

Человеческий мозг находится словно в состоянии непрочного перемирия, прерываемого случайными схватками, а порой и настоящими сражениями. Само по себе существование отдельных частей мозга с предписанным каждой из них типом поведения еще не является поводом к фатализму или отчаянию: мы вполне способны устанавливать относительную важность каждой из этих частей. Анатомия не определяет все, но ею нельзя и пренебрегать. Во всяком случае некоторые из умственных расстройств могут быть поняты в плане конфликта между отдельными объединениями нейронов. Взаимное подавление этих частей мозга происходит по многим направлениям. Мы уже говорили о том, как лимбическая система и новые области коры головного мозга подавляют Р-комплекс, но под влиянием жизни в обществе может случиться также, что Р-комплекс станет угнетать новые области коры, а одно полушарие главенствовать над другим.

Человеческое общество в целом не склонно к новшествам. Оно придерживается раз навсегда установленных иерархии и порядков. Любые предлагаемые изменения встречаются с подозрением: они подразумевают нежелательные изменения в традициях и системе подчинения, замену одного набора ритуалов другим или, быть может, появление менее структурированного общества, в котором ритуальная сторона играет существенно меньшую роль. И все-таки бывают времена, когда общественное устройство должно меняться. Авраам Линкольн выразил эту истину следующими словами: «Принципы неторопливого прошлого перестают соответствовать бурному настоящему». Основное препятствие на пути попыток переустройства американского общества состоит именно в сопротивлении определенных групп, имеющих вполне понятные причины желать сохранения существующего положения. Значительное изменение может заставить тех, кто сейчас находится на вершине иерархической лестницы, спуститься на много ступеней вниз. Это представляется им нежелательным, и они оказывают сопротивление.

Конечно, некоторые изменения, и притом весьма значительные, явно происходят в западном обществе, очевидно, недостаточные, но все-таки бблыпие, чем в обществах со старой, долгое время пребывавшей в застое культурой, – такие общества наиболее консервативны. В своей книге «Люди леса» Колин Турнбалл с горечью рассказывает о том, как заезжие антропологи предложили хромой девочке из племени пигмеев удивительное техническое новшество – костыли. Несмотря на то что тем самым были в значительной степени облегчены страдания маленькой девочки, взрослые, включая ее родителей, не проявили никакого особого интереса к этому новшеству^[49].

Есть немало других случаев нетерпимости к новому в обществах с устоявшимися традициями, множество разнообразных примеров тому может быть взято из жизни таких людей, как Леонардо, Галилей, Эразм Роттердамский, Чарлз Дарвин или Зигмунд Фрейд.

Приверженность к традициям в обществе, находящемся в статическом состоянии, в основе своей имеет приспособительный характер: те формы культурной жизни, которыми оно обладает, есть результат деятельности многих поколений, и они служат обществу вполне удовлетворительно. Как и мутации, любое случайное изменение способно лишь ухудшить существующее положение. Но, как и мутации, изменения необходимы, если нужно приспособиться к новым условиям окружающей среды. Конфликт между этими двумя тенденциями во многом характеризует политическую борьбу нашего века. В то время, когда быстро изменяются физические и социальные параметры внешней среды – как, например, в наше время, – приспособления к этим сдвигам и принятие их носят адаптивный характер. Однако в обществах, живущих в стабильных условиях, это не так. Образ жизни охотника-собирателя вполне устраивал человечество в течение большей части его истории, и, я думаю, это может служить безусловным свидетельством того, что мы в известной степени приспособлены эволюцией для такого образа жизни. И когда человечество отказывается от него, оно отказывается от своего детства. Занятие охотой и собирательством, равно как наша нынешняя высокоразвитая промышленная культура, – результат деятельности неокортекса. Сейчас мы необратимо вступили на второй путь. Но потребуются какое-то время, чтобы его освоить.

Англия дала миру целый ряд чрезвычайно одаренных ученых и исследователей, каждый из них был специалистом одновременно во многих областях науки, поэтому их иногда называют энциклопедистами. К таким в последний период истории можно причислить Бертрана Рассела, А. Н. Уайтхеда, Дж. Б. С. Холдейна, Дж. Д. Бернала и Джекоба Броновски. Рассел отмечал, что развитие столь одаренных личностей требовало периода детства, в течение которого они не испытывали совсем никакого давления, побуждающего их следовать установленным догмам, времени, когда ребенок мог развивать свои собственные интересы и следовать им, какими бы необычными и странными они ни казались.

Сегодня, когда перед человечеством встает так много сложных и нерешенных проблем, особо остро необходимо умение широко и непредвзято мыслить. Нужно выработать какой-то способ, совместимый с демократическими идеалами, чтобы оказать поддержку интеллектуальному развитию наиболее одаренных молодых людей – проявить по отношению к ним особую заботу и внимание. Вместо этого процесс образования в большинстве стран, особенно система экзаменов и директивный способ преподавания, предельно ритуализирован, то есть основан на почти рептильном следовании раз и навсегда установленным порядкам. Иногда мне приходит в голову, что столь частое обращение к сексу и агрессивности, свойственное современному

американскому кино и телевидению, отражает тот факт, что Р-комплекс хорошо развит в каждом из нас, а вот функции неокортекса, частично из-за подавления их школой и обществом, выражены слабее, менее освоены и недостаточно ценятся.

Вследствие гигантских социальных и технологических изменений последних нескольких столетий механизм окружающей нас жизни уже более не функционирует нормально. Мы вовсе не живем в статическом, основанном на соблюдении традиций обществе, а наши правительства, препятствуя любого рода изменениям, ведут себя так, словно мы все принадлежим именно к обществу подобного типа. Если у нас хватит ума избежать самоуничтожения, будущее принадлежит тем обществам, которые, не игнорируя ту часть нашего существа, что досталась нам в наследство от рептилий и млекопитающих, дают возможность развиваться истинно человеческой составляющей нашей природы; тем обществам, которые стремятся к разнообразию, а не к конформизму; тем обществам, которые намерены вкладывать силы и средства в различные социальные, политические, экономические и культурные эксперименты и готовы жертвовать сиюминутными успехами ради долговременной выгоды; тем обществам, которые относятся к новым идеям как к чему-то чрезвычайно ценному, нуждающемуся в защите и охране, ибо только они позволяют продолжить путь в будущее.

Лучшее понимание мозга может также однажды внести ясность в такие будоражающие общество вопросы, как определение смерти и проблема допустимости абортов. Этические установки современного Запада позволяют ради «добра» дела убивать обезьян и, безусловно, любых млекопитающих, но не допускают, чтобы при таких же обстоятельствах были (частными лицами) убиты человеческие существа. Отсюда следует логический вывод, что вся разница тут в истинно человеческих свойствах человеческого мозга. Аналогичным образом, если основная часть неокортекса человека продолжает работать, то пребывающий в коматозном состоянии пациент, безусловно, должен быть признан живым, даже если многие его физические и неврологические функции серьезно повреждены. С другой стороны, пациент, не проявляющий никаких признаков деятельности неокортекса (в том числе и характерной для него активности во время сна), может быть признан мертвым. Во многих подобных случаях новая кора необратимым образом выведена из строя, но лимбическая система, Р-комплекс и каждая часть ствола мозга продолжают функционировать, и такие важнейшие функции, как дыхание и кровообращение, остаются ненарушенными. Я полагаю, нам надо еще многое узнать о физиологии мозга, прежде чем будет сформулировано общеприемлемое, имеющее законную силу определение смерти, но путь к созданию такого определения, скорее всего, приведет нас к пониманию противопоставленности неокортекса другим составляющим мозга.

Сходные идеи могут помочь разрешить грандиозные споры о допустимости абортов, которые сотрясали Америку в конце семидесятых годов, – дискуссии, отмеченные крайним накалом страстей и нежеланием услышать хоть какие-то доводы своих противников. Одна крайняя точка зрения состояла в том, что всякая женщина обладает данным ей от рождения правом «управлять собственным телом», которое подразумевает, как заявляли сторонники этой концепции, в том числе и право умертвить плод по причинам, включающим психологическое нежелание или экономическую невозможность растить ребенка. На другом полюсе дискуссии было существование «права на жизнь», убеждения, что уничтожение даже зиготы, то есть оплодотворенной яйцеклетки, до первого деления, происходящего внутри клетки при эмбриональном развитии, является убийством, поскольку у зиготы есть «потенциальные возможности» превратиться в человека. Я отдаю себе отчет в том, что в споре, столь заостренном эмоционально, никакое из предлагаемых решений не удостоится аплодисментов сторонников ни того, ни другого из двух крайних, противоположных точек зрения и что порой голова и сердце приводят нас к различным выводам. Тем не менее, основываясь на некоторых идеях, высказанных в предыдущих главах этой книги, я хотел бы предложить вниманию читателей хотя бы попытку найти разумный компромисс.

Не может быть двух мнений по поводу того, что, узаконив аборты, мы тем самым избавляемся от трагедии подпольных абортов, выполненных некомпетентными в данном вопросе людьми, а также в том, что широко доступные, проводимые специалистами аборты могут сыграть важную социальную роль в тех цивилизованных обществах, само существование которых омрачает призрак неуправляемого роста населения. Однако инфантицид – уничтожение детей – решил бы все проблемы, и он широко использовался многими человеческими

сообществами, включая частично и классическую цивилизацию Древней Греции, которую обычно считают культурной колыбелью нашей нынешней цивилизации. Он широко применяется и сегодня: есть много мест в нашем мире, где каждый четвертый новорожденный не доживает до года. В то же время по нашим законам и морали инфантицид, вне всякого сомнения, есть убийство. Ребенок, преждевременно появившийся на свет на седьмом месяце беременности, ни по одному из существенных признаков не отличается от ребенка, находящегося в утробе матери на седьмом месяце беременности. Отсюда должно, на мой взгляд, следовать, что аборт, во всяком случае в последней трети беременности, весьма близок к убийству. Возражение, что плод в это время еще не дышит, представляется сомнительным: разве допустимо совершать детоубийство после рождения ребенка, но до того, как его пуповина еще не перерезана, или до того, как он впервые набрал в легкие воздух? Точно так же, если я психологически не готов жить вместе с незнакомым мне человеком – например, в армейской казарме или студенческом общежитии, – то это не дает мне права убить его, а мое раздражение по поводу того, как используются иной раз мои деньги, полученные в виде налогов, не доходит до того, чтобы я вознамерился уничтожить тех, кто эти налоги собирает. К подобным дебатам часто примешивается вопрос о гражданских правах. Почему, спрашивают иногда, убеждения других людей в данном вопросе должны иметь для меня какое-то значение? Но те, кто лично не поддерживает общепринятое запрещение убийства, должны тем не менее, будучи членами общества, подчиняться принятым в нем уголовным законам.

Находящееся на противоположном конце дискуссии выражение «право на жизнь» представляет собой яркий пример «громких слов» – лозунга, который предназначен воспламенить, но не освещать. Сегодня на Земле нет универсального «права на жизнь» ни в одном из существующих на ней обществ, не было его и когда-либо в прошлом (с некоторыми крайне редкими исключениями вроде индусской секты джайнов). Мы растим на фермах животных, чтобы потом зарезать их; мы сводим леса; отравляем реки и озера до такой степени, что никакая рыба не может более жить в них; охотимся на оленей и лосей ради спортивного интереса, на леопардов ради их шкуры, на китов ради пищи для собак; помещаем задыхающихся и корчащихся в муках дельфинов в огромные сети и забиваем насмерть детенышей тюленей «для нужд населения». Все эти животные и растения такие же живые, как мы с вами. То, что находится под охраной законов во многих обществах, это не «жизнь вообще», а только жизнь одного вида – человеческого. Но и тут сплошь да рядом ведутся настоящие войны против своих же граждан, и число жертв в них столь чудовищно, что большинство из нас страшится подумать обо всем этом достаточно серьезно. Часто подобные массовые убийства оправдываются расовыми или националистическими соображениями, и при этом нас пытаются убедить, что все, кого уничтожают, – это «недолюди».

Доводы о «потенциальной возможности» зиготы превратиться в человека тоже кажутся мне исключительно слабыми. Действительно, каждая человеческая яйцеклетка или сперматозоид такой возможностью обладает, для этого нужны лишь определенные условия. Но разве мы можем обвинять мужчин, у которых случаются ночные поллюции, в преднамеренном убийстве? А ведь в одном таком естественном семяизвержении содержится столько сперматозоидов, что их хватило бы для создания сотен миллионов человеческих существ. Кроме того, возможно, что в не слишком отдаленном будущем мы научимся выращивать человека из одной-единственной клетки, взятой практически из любой части тела донора. Если дело до этого дойдет, то, выходит, уже сейчас любая клетка моего тела имеет «потенциальную возможность» превратиться в человека, стоит лишь сохранить ее соответствующим образом до того времени, когда будет отработана технология подобного выращивания людей. Так не совершаю ли я «массового убийства» каждый раз, когда накалываю палец и теряю капли крови?

Предмет, о котором идет спор, очевидно, не прост. Но так же очевидно, что его нельзя решить, не примирив между собой многие принципиальные и противоречивые точки зрения. Практически здесь ключевым является вопрос: когда зародыш становится человеком? Ответ на него, в свою очередь, зависит от того, что мы понимаем под словом «человек». Разумеется, это не значит «имеющий форму человека», потому что сделанный для каких-либо специальных целей манекен, по форме похожий на человека, никоим образом человеком считаться не может. Точно так же разумное существо внеземного происхождения, ничем внешне человека не напоминающее, но обладающее этическими, интеллектуальными и творческими способностями,

превышающими наши, вне всякого сомнения, будет отнесено нами к тем существам, на жизнь которых посягать нельзя. Право называться человеком дает не внешний облик, а внутренняя суть. Причина, по которой мы запрещаем убивать человеческие существа, должна определяться некоторым качеством, которым люди обладают, качеством, которое мы особенно ценим и которое встречается лишь у очень немногих организмов на Земле. Им не может быть способность ощущать боль или испытывать глубокие чувства, потому что этими качествами, безусловно, обладают и те животные, которых мы без долгих раздумий убиваем.

Я думаю, что таким истинно человеческим качеством может быть лишь наша разумность. А если это так, то священность каждой человеческой жизни связана с развитием и работой неокортекса. Чтобы считать данное существо человеком, мы не вправе требовать, чтобы новая кора была у него развита полностью, поскольку это происходит лишь спустя многие годы после рождения. Но, быть может, допустимо считать становлением человека тот момент, когда электроэнцефалограмма плода покажет, что новая кора начала функционировать. Некоторые соображения о том, когда именно наш мозг приобретает истинно человеческий характер, следуют из простейших наблюдений за развитием зародыша (рис. 19). В этой области пока еще было сделано немного, и мне кажется, что такие исследования могли бы сыграть важную роль в выработке взаимоприемлемого компромисса между противоборствующими сторонами в спорах о допустимости прерывания беременности. Вне сомнения, у разных зародышей первый сигнал ЭЭГ о начале работы новой коры будет появляться в разное время, и потому имеющее силу закона определение начала истинно человеческой жизни должно учитывать этот факт – иными словами, следует принять за основу самое раннее возможное проявление такой активности мозга. Вероятно, момент этот будет соответствовать концу первой или началу второй трети беременности. (Речь здесь идет лишь о том, что должно быть запрещено законом во всяком разумном обществе; тех же, кто считает, что уничтожение зародыша на еще более ранней стадии все равно является убийством, нельзя официальным образом принуждать к совершению такого аборта или к одобрению его.)

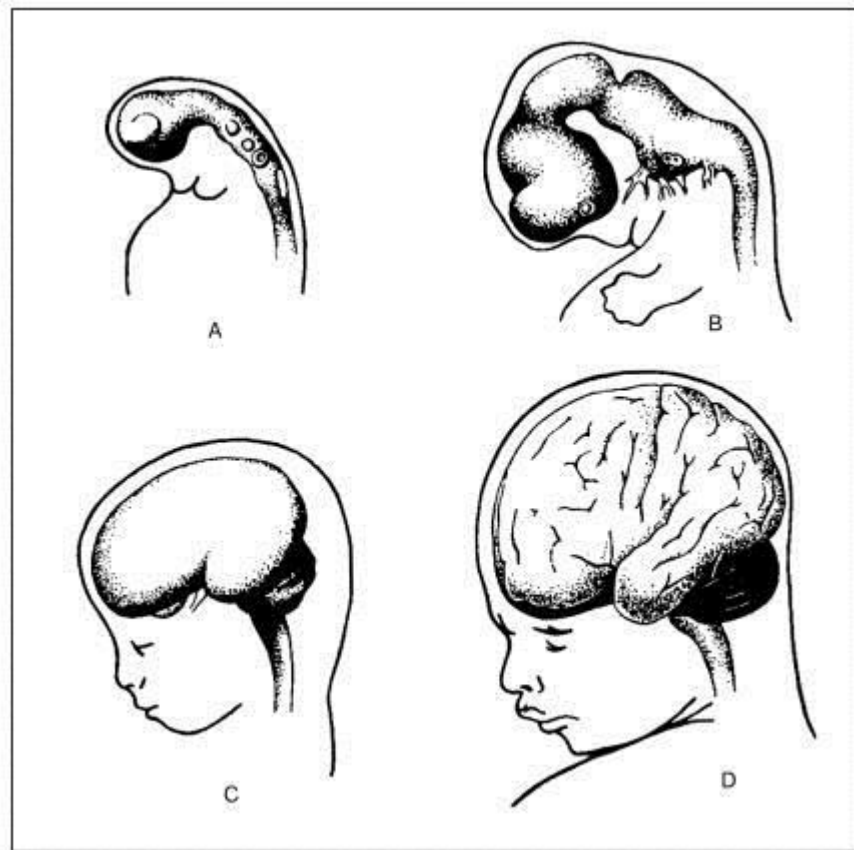


Рис. 19. Эмбриональное развитие человеческого мозга: *А* — три недели беременности; *В* — семь недель; *С* — четыре месяца и *Д* — новорожденный ребенок. Мозг зародыша, изображенный на рисунках *А* и *В*, сильно напоминает соответственно мозг рыбы и амфибии

Но последовательное применение подобных идей не должно содержать в себе человеческого шовинизма. Если существуют другие организмы, обладающие разумностью, сравнимой с той, что имеют умственно недоразвитые, но вполне оформившиеся человеческие существа, они должны подпадать под тот же запрет на уничтожение, что распространяется на человеческие зародыши в последней стадии их утробного развития. Поскольку имеются достаточно убедительные свидетельства о разумности дельфинов, китов и обезьян, я полагаю, что всякое последовательное применение моральных принципов, предложенных для решения вопросов об абортах, должно привести к запрещению – во всяком случае бездумного – уничтожения этих животных. Но окончательное решение дискуссии об абортах лежит, как мне кажется, в изучении момента начала работы неокортекса на самых ранних стадиях развития человека.

Что же можно сказать о грядущей эволюции человеческого мозга? Существует большое и увеличивающееся число свидетельств того, что многие формы умственных расстройств являются результатом химических или наследственных повреждений мозга. Поскольку многие умственные заболевания имеют одинаковые симптомы, причины их возникновения тоже могут быть одинаковыми, и, стало быть, лечить их можно тоже одинаковыми средствами.

Известный своими пионерскими исследованиями английский невролог Хаглингс Джексон писал: «Познайте сны, и вы познаете безумие». Люди, страдающие жестокой бессонницей, часто подвержены дневным галлюцинациям. Шизофрения нередко сопровождается расстройством ночного сна, но не известно, есть ли это причина заболевания или его следствие. В шизофрении более всего поражает, насколько несчастны те, кто ею страдает, в каком отчаянии они обычно пребывают. Может быть, шизофрения – это то, что случается, когда драконы перестают быть надежно прикованными к ночи, когда они разрывают оковы левого полушария и вырываются на дневной свет? Другие заболевания, вероятно, являются результатом повреждений функций правого полушария. У больных, страдающих неврозом навязчивых состояний, крайне редко бывают интуитивные озарения.

В середине шестидесятых годов нашего века Лестер Гринспун и его коллеги из Гарвардской медицинской школы провели серию экспериментов, в которых участвовала и контрольная группа больных, чтобы выявить относительную эффективность различных терапевтических средств при лечении шизофрении. Поскольку Гринспун и его коллеги – психиатры, их естественные пристрастия, если таковые у них были, лежали в сфере использования словесного внушения, а не фармакологии. Но, к своему удивлению, они обнаружили, что недавно полученный транквилизатор тиоридазин (один из группы примерно одинаково эффективных противопсихотических препаратов, известных под названием фенотиазинов) сильно облегчает течение болезни, если не излечивает ее совсем; выяснилось, что один лишь тиоридазин, по свидетельству пациентов, их родственников и врачей, так же действен, как тиоридазин плюс психотерапия. Единодушие экспериментаторов перед лицом такого неожиданного открытия поистине поразительно. (Трудно вообразить эксперимент, способный убедить ведущих представителей тех или иных политических или религиозных взглядов в превосходстве концепций их оппонентов.)

Недавние исследования показали, что эндорфины, небольшие пептидные молекулы, которые встречаются в мозге крыс и других млекопитающих, могут вызывать у этих животных отчетливо видную мышечную скованность и оцепенение, напоминающие кататонию при шизофрении. Молекулярные или неврологические причины, вызывающие шизофрению, пока не известны, но вполне вероятно, что однажды мы с точностью установим участки мозга (или нейрохимические вещества), которые ответственны за это заболевание. (Между прочим, в США каждая десятая койка в больницах занята больным шизофренией.)

Опыты, проведенные Гринспуном и его коллегами, вызывают один любопытный этический вопрос. Современные транквилизаторы настолько эффективно помогают при шизофрении, что скрывать их от больных многим представляется неэтичным. Отсюда следует, что единожды проведенные эксперименты, в которых установлено, что транквилизаторы оказывают положительное воздействие, невозможно повторить, поскольку лишать больных средства, избавляющего их от страданий, считается ничем не оправданной жестокостью. Таким образом, в дальнейшем становится невозможным иметь контрольную группу шизофреников, в которой

пациенты не получают транквилизаторов. Но если уж решительные эксперименты в области химиотерапии болезней мозга могут быть поставлены лишь однажды, они с первого раза должны проводиться по самым строгим правилам.

Еще более впечатляющим примером подобной химиотерапии является использование карбоната лития для лечения маниакально-депрессивного психоза. Прием тщательно подобранных доз лития, этого легчайшего и простейшего среди металлов, приводит к поразительному улучшению состояния больных, опять-таки если судить по их собственным отзывам и наблюдениям окружающих их людей. Неизвестно, отчего столь простое лечение оказывает столь сильное воздействие, но, скорее всего, дело в том, что оно как-то связано с химией ферментов мозга.

Весьма необычное умственное расстройство получило название болезни Ги де ля Туретта (как всегда, по имени врача, который привлек к ней внимание коллег, а не больного, который страдал ею в наиболее тяжелой форме). Среди симптомов этой болезни есть много двигательных и речевых расстройств, но самое удивительное – это стремление произносить (на том языке, который больной знает лучше других) сплошной поток ругательств и непристойностей. Медики говорят, что заключение о наличии этой болезни делается с помощью «коридорного диагноза»: пациент способен с огромным усилием превозмочь себя на время короткого визита врача, но как только тот выйдет из палаты в коридор, поток словесной грязи вырывается, словно вода сквозь рухнувшую плотину. В человеческом мозге есть место, которое рождает «грязные» слова (оно может быть и в мозге обезьян).

Есть очень немного слов, которыми может пользоваться правое полушарие, – всего лишь «здравствуй», «прощай» да еще... некоторые избранные ругательства. Быть может, болезнь Туретта поражает только левое полушарие. Английский антрополог Бернард Кемпбелл из Кембриджского университета предполагает, что лимбическая система достаточно хорошо связана с правым полушарием коры головного мозга, которое, как мы видели, намного лучше, чем левое, управляет эмоциями. А ругательства если уж и несут на себе какую-то нагрузку, то именно эмоциональную. Болезнь Ги де ля Туретта, при всей своей сложности, скорее всего, есть результат недостатка некоторого химического вещества, передающего информацию от нейрона к нейрону, и тщательно подобранные дозы галоперидола сильно облегчают вызываемые ею страдания.

Последние данные указывают, что такие лимбические гормоны, как АКТГ (адренокортикотропный гормон) и вазопрессин, могут сильно улучшить способность животных удерживать и вызывать в памяти различные факты. Этот и аналогичные примеры указывают путь если не к решительному совершенствованию мозга, то хотя бы к его существенному улучшению – быть может, с помощью уменьшения избытка или регулирования производства в мозге пептидных молекул определенных типов. Подобные примеры также в высшей мере снижают бремя вины, которое, как правило, испытывают те, кто страдает умственными расстройствами, – бремя, крайне редко знакомое, скажем, больным корью.

Кора головного мозга изрезана большим числом борозд, извилины мозга тесно примыкают одна к другой, а сам он плотно входит в череп. Все это с очевидностью показывает, что разместить в голове современного человека ббльший по объему мозг – дело необычайной трудности. До самого последнего времени череп большего размера, в котором был бы заключен и мозг ббльшего размера, не мог появиться из-за ограничений, накладываемых размерами тазового пояса и родового канала. Но введение кесарева сечения, изредка применявшегося и две тысячи лет назад, но много чаще в наше время, позволяет рождаться детям с увеличенным объемом мозга. Другая возможность, появившаяся в самое последнее время, состоит в том, чтобы выращивать плод вне утробы матери. Однако скорость эволюционных изменений столь невелика, что едва ли хоть одна из стоящих перед нами сегодня проблем сможет быть решена благодаря значительному увеличению размеров неокортекса и связанным с этим поумнением человечества. Наверное, несколько раньше, хотя и не в самое ближайшее время, станет возможным с помощью операций на мозге улучшить те его части, которые мы найдем того заслуживающими, и, наоборот, еще более затормозить деятельность тех, которые окажутся повинными в некоторых сложностях и противоречиях нашего мышления, мешающих дальнейшему развитию человечества. Но множественность функций, выполняемых мозгом, и избыточность в его конструкции делают такой путь неосуществимым в ближайшем будущем,

даже если он и был привлекателен для общества. Мы, вероятно, сначала научимся конструировать гены, а уж потом – конструировать мозги.

Иногда высказывается мысль, что подобные эксперименты могут дать в руки правительств, неразборчивых в средствах, – а в мире таких много – орудие контроля над своими гражданами. Можно, например, вообразить правительство, которое вращает сотни крохотных электродов в «центры боли» и «центры удовольствия» в мозги новорожденных, а потом подает на эти электроды радиосигналы – вероятно, с помощью секретного кода или на частотах, известных лишь правительству. Когда ребенок вырастет, правительство сможет посылать сигнал в его центр удовольствия, если будет качественно выполнена дневная норма работы, в противном случае с помощью аналогичного радиосигнала раздражался бы центр боли. Подобное видение может возникнуть лишь в ночных кошмарах, и я не думаю, что оно способно служить доводом против экспериментов по электрическому раздражению мозга. Скорее уж это довод против контроля правительств над больницами. Любой народ, который позволит своему правительству вживлять подобные электроды, тем самым уже заслуживает той участи, которая отсюда проистекает. Как и в случае с любыми технологическими кошмарами, главная задача здесь – предугадать те новшества, что могут быть созданы, дать народу знание об их пользе и вреде и воспрепятствовать злоупотреблениям этими новшествами на административном, бюрократическом и правительственном уровнях.

Уже сейчас есть ряд психотропных и влияющих на настроение средств, которые в различной степени опасны для человека (этиловый спирт среди них – одно из наиболее вредных и широко распространенных) и которые воздействуют на специфические части Р-комплекса, лимбической системы и неокортекса.

Есть основания полагать, что многие алкалоиды и другие средства, влияющие на человеческое поведение, оказывают свое действие потому, что они химически близки к некоторым небольшим естественным пептидным молекулам мозга, например эндорфинам. Многие из этих пептидов воздействуют на лимбическую систему и связаны с нашим эмоциональным состоянием. Сейчас уже возможно создавать небольшие молекулы белков, представляющие собой любую заранее заданную последовательность аминокислот. Таким образом, недалеко то время, когда будет синтезироваться огромное разнообразие молекул, способных вызывать различные эмоциональные состояния, включая крайне редко нами переживаемые, а возможно, и даже такие, какие мы вообще никогда не испытываем. Это один из многих примеров будущих достижений нейробиологии – достижений, которые могут доставить людям как много добра, так и много зла. Все будет зависеть от ответственности и мудрости тех, кто проводит подобные исследования, управляет ими и применяет их результаты.

Когда я выхожу с работы и сажусь в автомобиль, я автоматически еду домой, если, конечно, сознательно не ставлю перед собой другой цели. Когда я выхожу из дома и сажусь в автомобиль, то какая-то часть моего мозга устранивает дело таким образом, что в конце своего пути я оказываюсь на работе, опять-таки если я не предпринимаю сознательно волевого усилия, чтобы попасть в другое место. Если я меняю дом или работу, после короткого периода обучения новые адреса вытесняют старые, и тот механизм мозга, который ведает моим поведением, с готовностью приспосабливается к новым координатам. Это очень похоже на то, как если бы мозг самопрограммировал ту свою часть, которая работает как цифровой компьютер. Это сравнение становится все еще более поразительным, если принять во внимание, что эпилептики, страдающие психомоторными приступами, часто ведут себя вполне сравнимым образом, с той лишь разницей, быть может, что они несколько чаще проезжают на красный свет, чем это обычно делаю я, и совершенно не помнят о своих действиях после того, как приступ пройдет. Такой автоматизм типичен для височной эпилепсии, он характерен также для того состояния, что мы испытываем в первые полчаса после пробуждения от сна. Конечно, не весь мозг работает как простая цифровая вычислительная машина: например, та его часть, которая осуществляет перепрограммирование, действует иным образом. Но имеющегося сходства достаточно для того, чтобы предположить, что можно конструктивно организовать совместную работу электронных вычислительных машин и, во всяком случае, некоторых частей мозга.

Испанский нейрофизиолог Хосе Дельгадо построил действующий контур обратной связи, в который были включены электроды, вживленные в головной мозг шимпанзе, и находившаяся на некотором отдалении электронная вычислительная машина. Сигналы от мозга к ЭВМ и обратно

передавались по радио. Сейчас миниатюризация электронных компьютеров достигла такого состояния, когда подобная обратная связь осуществима и без всякого радио – компьютер можно разместить на теле шимпанзе. Не составляет труда создать устройство с подобного рода обратной связью, которое будет распознавать сигналы о приближающемся эпилептическом приступе и автоматически посылать электрические импульсы в соответствующие центры мозга, чтобы предупредить или ослабить приступ. Пока такое устройство невозможно сделать абсолютно надежным, но недалеко то время, когда эта проблема будет решена.

Вероятно, однажды станет возможным дополнить мозг большим числом «умных» устройств, облегчающих процесс познания, – своего рода очками для разума. Это будет в духе прошлого эволюционного увеличения мозга, и такой процесс, наверное, удастся организовать значительно проще, чем переделать существующий мозг. Возможно, мы научимся хирургическим путем вживлять в мозг маленькие сменные компьютерные модули или радиотерминалы, которые дадут нам возможность быстро и успешно выучить язык басков, урду, амхарский, айну, албанский, хопи, или язык дельфинов, или численные значения гамма-функции и полиномов Чебышева, или язык следов зверей, или все известные юристам прецеденты владения плавающими островами, или установить, хотя бы временный, радиотелепатический контакт между несколькими людьми в форме симбиотической связи, ранее неизвестной нашему виду.

Между тем вполне реальные способы расширить возможности мозга, особенно те, что связаны с истинно человеческой деятельностью неокортекса, существуют уже сегодня. Некоторые из них столь стары, что мы успели забыть о них. Обучение детей в условиях, когда на них не оказывается никакого давления, дает в наши руки чрезвычайно многообещающий и удобный инструмент образования. Письменность – это замечательное изобретение, которое, по существу, представляет собой простую машину для хранения и извлечения весьма разнообразной информации. Количество информации, хранящейся в большой библиотеке, намного превосходит количество информации, содержащейся в геноме человека или в его мозге. Такая информация, конечно, не хранится столь эффективно, как в биологических системах, но она все-таки находится в компактной, удобной для использования форме, а создание микрофильмов, микрофишей и тому подобной техники намного увеличило возможности человечества хранить информацию внесоматическим способом, то есть вне организма человека. Количество битов информации, содержащихся в наших библиотеках, произведениях искусства и других культурных ценностях, соответствует точке, которая на диаграмме, помещенной на рис. 1, оказалась бы расположенной очень далеко за правым полем страницы.

Однако письменность – это **очень простое изобретение**. Куда более сложная и многообещающая система хранения и извлечения внесоматической информации заключена в электронном компьютере. Для того чтобы представить нынешний уровень развития компьютеров и написанных для них программ, можно сказать, что сегодня они превосходно играют в крестики-нолики, на уровне лучших мастеров мирового класса – в шашки и достаточно хорошо – в шахматы, а кроме того, являются вполне сносными практикующими психотерапевтами. Сейчас существует компьютерная система, которая способна, прослушав исполнение классической или любой иной мелодии, записать ее с помощью общепринятой музыкальной нотации. Количество хранимой информации и скорость, с которой она обрабатывается компьютером, поистине удивительны.

Программа недирективной психотерапии, разработанная Джозефом Вайзенбаумом из Массачусетского технологического института, являет собой хороший пример пригодности компьютерных программ в области психотерапии. (Между прочим, эта программа далеко не самая сложная и объемная из ныне существующих.) После того как эта психотерапевтическая программа была создана, врачу-психиатру было предложено общаться с ней с помощью клавиатуры входного устройства компьютера.

Это общение первоначально задумывалось как имеющее чисто эвристический смысл, но оно вполне может выйти из-под контроля – во всяком случае, со стороны человека. Разговор начинается и ведет психиатр (человек, а не программа):

Доктор, у меня ужасная новость

Вы говорите, у вас ужасная новость

Да, в Массачусетском технологическом институте создана программа, которая погубит нас

Почему вы так считаете

Я видел, как она работает

Вы говорите, что видели, как она работает

Посмотрели бы вы, какое это страшное зрелище, – вам надо увидеть это

Вы думаете, я должна увидеть это

Вы кажетесь мне удрученной

В вашем воображении, вероятно, мы оба кажемся друг другу удрученными

Да, вероятно

Я понимаю

Я тоже

Вы говорите, что вы тоже понимаете

Мы оба в одинаковом положении по отношению к этому компьютеру

Не лучше ли нам продолжить разговор о вас

Вы успокаиваете меня

Почему вы думаете, что я успокаиваю вас

В такое-то время вы хотите говорить обо мне

Почему вы думаете, что я хочу говорить о вас

Потому что вы разделяете мои чувства относительно этого проклятого компьютера

Какой вывод вы делаете из этого

Разумеется, что вы тоже ненавидите компьютеры

Вы думаете, что я тоже ненавижу компьютеры

А почему бы и нет, разве в них есть что-нибудь человеческое

Быть может, именно это нам и надо выяснить

Например, ни один компьютер не может разговаривать так, как вы

О

Я не могу понять, как это кого-то может одурачить простая машина

Вы в самом деле не можете

Да, ведь в конце концов в программе компьютера нет ничего творческого

Вы мне возражаете

Я убежден, что я прав

Вас беспокоит то, что вы уверены, что вы правы

Нет, нисколько, ни в малейшей степени

Вы мне возражаете

Но ведь вы сказали, что согласны со мной

Разве это то, что вы от меня слышали

Почему вы не попытаетесь разубедить меня в том, что все, что умеют делать компьютеры, – это перемалывать цифры

Вы хотите, чтобы я попыталась переубедить вас

Но вы не можете сделать этого

Вы думаете, что я не могу сделать этого

Ну вот, например, может ли компьютер в такой беседе, как у нас с вами, предложить новую тему

Вы почему-то совершенно избегаете разговоров о своих родителях

Точно так же, как и вы сами

Вы думаете, что и я избегаю таких разговоров

Да, и в этом как раз видна разница между человеком и компьютером

Понимаю

Этому машинному психиатру не хватает человеческой тонкости, знаний и интуиции, он всего лишь механическое (разумеется!) устройство, лишенное гибкости и относительно нечувствительное к эмоциональным оттенкам и всему, что не выражается словесно. И тем не

менее он ведет беседу куда разумнее, чем многие. Поражает его реакция на реплику о «новой теме». Впрочем, скорее всего, она объясняется лишь счастливой случайностью. Машина запрограммирована таким образом, что она следит за частотой появления таких слов, как «мать», «отец», «родители» и им подобных, и если по компьютерным часам прошло заданное время, а ни одно из этих слов ни разу не было употреблено, то программа побуждает машину напечатать: **«Вы почему-то совершенно избегаете...»** Но, появившись именно в данном месте беседы, ремарка эта производит странное впечатление: как будто машина способна испытывать озарения.

Но в чем еще состоит психотерапия, как не в умении, требующем глубоких знаний и крайне непросто — грамотно реагировать на различные человеческие ситуации? И не запрограммирован ли психиатр таким образом, чтобы давать подобные реакции? Непосредственная психотерапия основывается на весьма простых программах, а для возникновения озарений нужна программа, лишь немного более сложная. Эти слова никоим образом не имеют своей целью развенчать профессию психиатра, они несут в себе только благую весть о том, что грядет машинный разум. ЭВМ пока еще далеко не достигли той степени развития, чтобы можно было рекомендовать широкое распространение компьютерной психотерапии. Но надежда когда-нибудь создать чрезвычайно терпеливых, доступных и компетентных хотя бы в некоторых вопросах компьютерных врачей не кажется мне тщетной. Некоторые из уже существующих машинных программ заслужили высокую оценку больных, поскольку такой врач полностью лишен каких-либо пристрастий и всегда готов тратить сколько угодно времени на своего пациента.

В Соединенных Штатах сейчас создаются компьютеры, которые будут способны обнаруживать неисправности в своей собственной конструкции и определять их причину. После того как будут найдены систематические ошибки в работе машины, вышедшие из строя элементы ее автоматически заменяются либо выключаются из схемы. Ремонт будет осуществляться за счет заложенного в схему резерва, эффективность ремонта станет проверяться с помощью регулярно прогоняемых тестовых программ, а результат выполнения каждой из них известен заранее. Существуют уже программы — например, для компьютеров, играющих в шахматы, — которые могут учиться на собственном опыте или же усваивать опыт, накопленный другими компьютерами. Вычислительные машины с каждым днем выглядят все более умными. А поскольку управляемые программы становятся настолько сложными, что даже их создателю не по силам сразу же предугадать все возможные реакции машины, возникает ощущение, будто у компьютеров есть если не разум, то хотя бы свобода воли. Даже бортовая ЭВМ «Викингов», имеющая память всего только в 18 000 слов, уже находится на этом уровне сложности: нам не во всех случаях дано знать, как именно поступит она, получив данную команду. Если бы мы знали это, то могли бы сказать, что она «только» или «просто» машина. Но поскольку мы этого не знаем, то невольно начинаем подозревать у нее настоящий разум.

Положение очень похоже на то, которое описано сразу двумя древними авторами — Плутархом и Плинием. Эта знаменитая история, дошедшая до нас через столетия, заключается в том, что некая собака, искавшая своего хозяина по его следам, добегала до места, где дорога разветвлялась. Принюхиваясь, она помчалась по левому ответвлению, затем остановилась, вернулась к развилке и, также нюхая землю, устремилась по среднему пути. Пробежав небольшое расстояние, собака вновь вернулась в исходную точку и теперь уже без всякого принюхивания радостно бросилась вдоль правого ответвления дороги.

Монтень, комментируя эту историю, утверждал, что в ней ясно просматривается собачья силлогистика: мой хозяин ушел по одной из этих дорог, но не по левой и не по средней, следовательно, по правой, и поэтому мне нет никакой надобности проверять этот вывод с помощью запаха — он подтверждается прямой логикой.

Сама возможность подобных рассуждений у животных, пусть даже и не в столь явно выраженной форме, беспокоила многих, и задолго до Монтеня Фома Аквинский безуспешно пытался разобраться в этой истории. Он приводил ее в качестве поучительного примера того, как может создаться впечатление наличия разума в случае, когда в действительности он отсутствует. Фома Аквинский не предложил, однако, никакого удовлетворительного объяснения поведению собак. Совершенно очевидно, что весьма точный логический анализ может выполняться при полной неспособности к словесному выражению мысли.

В своем подходе к машинному разуму мы находимся в сходном положении. Машины сейчас переступают важный порог, за которым они кажутся непредубежденному человеку разумными. Из-за своего рода человеческого шовинизма или антропоцентризма многие люди не готовы принять такую возможность. Но я думаю, что это неизбежно. По-моему, человеческое достоинство ни в коем случае не принижается из-за того, что сознание и разум оказываются функцией «просто» материи, хотя и достаточно сложно организованной, – напротив, тем воздается дань восхищения изощренности устройства материи и законам природы.

Отсюда никоим образом не следует, что компьютеры в ближайшем будущем смогут продемонстрировать нечто похожее на творческий дух человека, тонкость его чувств или его мудрость. Классической, хотя, вероятно, и апокрифической, иллюстрацией этой мысли служит машинный перевод, когда на вход машины подается текст на одном языке, к примеру английском, а на выходе ее получается текст на другом языке, скажем китайском. Рассказывают, что по завершении работ по созданию наиболее совершенной программы машинного перевода на демонстрацию ее в действии была приглашена делегация, в которую входил американский сенатор. Сенатора попросили предложить английскую фразу для перевода. И он, не задумываясь, сказал: «Out of sight, out of mind». Машина деловито выдала листок бумаги, на котором было написано несколько китайских иероглифов. Но сенатор не умел читать по-китайски. Поэтому, чтобы завершить испытания, программу запустили в обратную сторону: на вход машины подали китайские иероглифы, а на выходе она должна была выдать английский перевод. Посетители столпились вокруг нового листка бумаги, на котором была написана фраза, поначалу очень удивившая их: «Invisible idiot»^[50].

Существующие программы лишь в самой малой степени способны справляться с проблемами даже не слишком высокой степени сложности. Было бы глупо доверять компьютерам при их нынешнем уровне развития принимать важные решения, и не потому, что компьютеры недостаточно разумны, а потому, что для решения сложной проблемы мы не сможем предоставить в его распоряжение всю необходимую информацию. Но использование людьми систем искусственного интеллекта в разумно ограниченных пределах представляется одним из двух главных действенных способов расширения возможностей человеческого интеллекта в ближайшем будущем. (Другим таким способом является совершенствование программ дошкольного и школьного обучения детей.)

Те, кто не рос вместе с компьютерами, обычно боятся их намного больше, чем те, кто привык к ним с детства. Известна история о маньяке-компьютере, который, выполняя роль банковского служащего, регулярно рассылал клиентам банка извещения о том, что за ними числится долг в 00 долларов и 00 центов, и не успокаивался до тех пор, пока не получал чек именно на эту сумму. Но такой слабоумный компьютер нельзя считать представителем всего племени вычислительных машин, а кроме того, его ошибки – это ошибки человека-программиста. Все возрастающее использование в Северной Америке интегральных схем и небольших компьютеров – для обеспечения безопасности полетов, в обучающих машинах, в электронных стимуляторах сердца, в разного рода электронных играх, в устройствах противопожарного оповещения и на автоматизированных заводах (и это еще далеко не полный список) – в высшей степени способствовало уменьшению того чувства непривычности, которое должно было вызвать столь революционное изобретение. Сегодня в мире около 200 000 цифровых компьютеров^[51], в следующее десятилетие их число, вероятно, будет исчисляться десятками миллионов. Поколение, приходящее нам на смену, я думаю, будет относиться к компьютерам как к совершенно естественному или по крайней мере общеизвестному явлению в их жизни.

Рассмотрим, например, совершенствование маленьких карманных компьютеров. В моей лаборатории установлен компьютер размером с письменный стол, который был приобретен для исследовательских целей в конце 1960-х годов за 4 900 долларов. У меня есть также еще одно изделие той же самой фирмы – компьютер, купленный в 1975 году, который помещается на ладони моей руки. Новый компьютер умеет делать все то же, что и старый, включая возможность программирования и несколько ячеек памяти, имеющих доступный адрес. Но он стоит 145 долларов, и цены на такие компьютеры падают с головокружительной скоростью. За период в шесть или семь лет были достигнуты поразительные успехи и в миниатюризации компьютеров, и в снижении их стоимости. По существу, сегодня размеры карманных компьютеров ограничиваются лишь требованием, чтобы их клавиши были достаточно велики для наших

больших и неуклюжих пальцев. Не будь этого требования, подобные компьютеры можно было бы делать размером с ноготь. ЭНИАК, первая большая электронно-вычислительная машина, построенная в 1946 году, содержала 18 000 вакуумных ламп и занимала большую комнату. Такими же, как она, вычислительными возможностями обладает сегодня кремниевый чип – полупроводниковый кристаллик с интегральной схемой размером с самый маленький сустав моего мизинца.

Скорость, с которой передается информация в электронных цепях подобных компьютеров, равняется скорости света. По нейронным сетям человеческого мозга сигналы передаются в миллион раз медленнее. То обстоятельство, что маленький и медленно действующий человеческий мозг тем не менее несравненно лучше выполняет неарифметические операции, чем большой и быстрый электронный компьютер, впечатляющее свидетельство того, насколько разумно наш мозг сформирован и запрограммирован – качества, которые он приобрел, разумеется, благодаря естественному отбору. Те, чей мозг был запрограммирован плохо, в конечном итоге не доживали до того, чтобы оставить потомство.

Компьютерная графика достигла сейчас такого совершенства, которое позволяет расширить пределы человеческих возможностей в искусстве и в науке, а также в работе обоих полушарий головного мозга. Бывает, что люди, чрезвычайно одаренные аналитическими способностями, совершенно лишены возможности воспринимать или воображать пространственные взаимоотношения между предметами, особенно трехмерную геометрию мира. Но уже сейчас есть программы для ЭВМ, которые позволяют постепенно строить сложные геометрические формы и вращать их перед нашими глазами на телевизионном экране, соединенном с электронным компьютером.

В Корнелльском университете такая система была создана Дональдом Гринбергом из Школы архитектуры. С ее помощью можно нарисовать несколько правильных пространственных линий, которые компьютер воспринимает как детали контура. Затем, направляя световое перо на одну из возможных операций, обозначенных на экране, мы можем дать компьютеру задание построить весьма сложные трехмерные образы, которые могут быть увеличены и уменьшены, растянуты или сжаты в заданном направлении, повернуты, соединены друг с другом и из которых могут быть удалены любые указанные нами части. Такие программы представляют собой прекрасный инструмент для улучшения нашей способности видеть трехмерные формы – искусство, чрезвычайно нужное в графике, в науке и в технике. Они также представляют собой прекрасный пример взаимодействия двух полушарий головного мозга: компьютер, который является высшим выражением деятельности левого полушария, учит нас распознавать образы, что всегда было характерной функцией правого полушария.

Существуют другие компьютерные программы, позволяющие получить двух- и трехмерные проекции четырехмерных объектов. По мере того как такой четырехмерный объект изменяет свое положение или же мы сами изменяем позицию, с которой мы его рассматриваем, перед нашим взором не только возникают новые части четырехмерного объекта, но мы видим также и соединение и разрушение всех геометрических форм, его составляющих. Возникает одновременно странный и поучительный эффект, позволяющий сделать четырехмерную геометрию намного менее таинственной; мы теперь вовсе не так обескуражены, как мифическое двухмерное существо, увидевшее типичную проекцию (два квадрата, соединенных углами) трехмерного куба в своем плоском двухмерном пространстве. Благодаря такому применению компьютера во многом проясняется классическая проблема изобразительного искусства – перспектива, то есть проецирование трехмерных объектов на двухмерные холсты. Компьютер, очевидно, может явиться важным инструментом решения и чисто практической задачи – дать возможность архитектору показать свой проект, сделанный в двухмерных чертежах, в трехмерном пространстве с различных важных ракурсов.

Компьютерная графика сейчас проникла и в сферу разного рода игр. Есть популярная игра, иногда называемая «Понг», которая состоит в том, что на телевизионном экране моделируется идеально упругий мяч, отскакивающий от двух поверхностей. У каждого из играющих есть переносной пульт, с которого можно преграждать дорогу летящему мячу подвижной «ракеткой». Если игрок промахнулся, ему начисляются штрафные очки. Игра очень интересна. Она позволяет изучить второй закон Ньютона для прямолинейного движения. Играя в «Понг», человек приобретает глубокое понимание, хотя и на интуитивном уровне, простейших законов

ньютоновской физики – понимание более глубокое, чем дает даже бильярд, где столкновения шаров далеки от полностью упругих и где закручивание шаров при игре в пул описывается более сложными законами физики.

Такой способ обретения информации – это, по сути дела, настоящая игра. И таким образом раскрывается одна из важнейших функций игры: давать нам возможность получать, не имея при этом в виду никакого конкретного использования данного опыта в будущем, целостное представление о мире, которое явится впоследствии и необходимым дополнением к нашей аналитической деятельности, и подготовкой к такого рода деятельности. При этом компьютеры позволяют создать игровую ситуацию, в ином случае абсолютно недоступную для среднего человека.

Игры, подобные «Понгу», предусматривают использование компьютерной графики таким образом, чтобы дать нам возможность приобрести и опытное и интуитивное понимание законов физики. Законы физики почти всегда записываются в аналитической и алгебраической форме, другими словами – левополушарно. Например, второй закон Ньютона описывается в виде $F =$

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

ma , а закон тяготения в виде

Такие аналитические представления чрезвычайно полезны, и, конечно, весьма любопытно, что Вселенная устроена таким образом, что движение любых объектов в ней может быть описано такими относительно простыми формулами. Но эти формулы представляют собой не что иное, как абстрагирование результатов опыта. По сути своей, они играют роль мнемонических правил. Они позволяют нам весьма просто запомнить огромное количество фактов, которые было бы намного трудней запомнить по отдельности, во всяком случае с помощью той памяти, какой обладает левое полушарие. Компьютерная графика дает возможность физiku или биологу получить опыт обращения с фактами, которые относятся к изучаемым ими законам природы, но, быть может, самая важная функция компьютерной графики заключается в том, чтобы позволить людям, не являющимся учеными, получить интуитивное, но тем не менее глубокое понимание того, что такое законы природы вообще.

Существует много неграфических интерактивных компьютерных программ, которые являются чрезвычайно мощными инструментами обучения^[52]. Такую программу может создать опытный учитель, и у ученика, работающего с ней, как это ни странно, возникает чувство личного контакта с учителем, намного более сильное, чем в обычном школьном классе; он может также осваивать материал в том темпе, который ему больше подходит, не боясь упреков. В Дортмутском колледже с помощью компьютера обучают самым различным дисциплинам. Например, студент может получить глубокое понимание статистических закономерностей менделеевской генетики в течение часа работы с компьютером, вместо того чтобы тратить целый год на скрещивание плодовых мушек в лаборатории. Или же студентка может исследовать, с какой вероятностью она забеременеет, если будет пользоваться различными видами противозачаточных средств. (В этой программе предусмотрен один шанс на десять миллиардов, что женщина может забеременеть даже при полном воздержании от половой жизни. Иными словами, машина учитывает факторы, еще неизвестные современной медицине.)

Компьютерный терминал в Дортмутском колледже – вещь вполне обычная. Очень большой процент его учащихся умеют не только использовать такие программы, но и писать собственные. Взаимодействие с компьютером считается скорее развлечением, нежели работой. Многие колледжи и университеты сейчас заимствуют и расширяют дортмутский опыт. Первенство Дортмутского колледжа в этой области объясняется тем, что его президент Джон Дж. Кемени – известный ученый в области компьютерных наук, создатель очень простого компьютерного языка, называемого БЭЙСИК.

Лоуренсовский зал науки – это своего рода музей, связанный с Калифорнийским университетом в Беркли. В его подвале есть довольно скромное помещение, в котором установлено около дюжины дешевых компьютерных терминалов, и каждый из них соединен с мини-компьютерной системой, расположенной где-то в другом месте здания и работающей в режиме разделения времени. За умеренную плату можно получить право пользоваться одним из таких терминалов, при этом время ожидания своей очереди не превышает одного часа. Клиентура в основном состоит из молодых людей, самым юным из них менее десяти лет.

Наиболее простая из предлагаемых интерактивных программ – это игра. Чтобы начать ее, вы печатаете на устройстве, весьма напоминающем клавиатуру обычной пишущей машинки, компьютерный код. Компьютер в ответ выпечатывает:

ВИСЕЛИЦА:

Интересуешься правилами?

Если вы напечатаете «да», машина ответит:

УГАДАЙ БУКВУ В СЛОВЕ, КОТОРОЕ Я ЗАДУМАЛА, ЕСЛИ УГАДАЕШЬ, Я ТЕБЕ ОБ ЭТОМ СКАЖУ. НО ЕСЛИ ОШИБЕШЬСЯ /ХА, ХА/, ТО СДЕЛАЕШЬ ШАГ /ОЙ, УМИРАЮ СО СМЕХУ/ К КАЗНИ ЧЕРЕЗ ПОВЕШЕНИЕ! В МОЕМ СЛОВЕ ВОСЕМЬ БУКВ, ТЫ НАЗЫВАЕШЬ БУКВУ?..

Предположим, в ответ вы печатаете букву «е». Тогда машина печатает:

—Е

Если ваша догадка неверна, она рисует некое многообещающее подобие человеческой головы (с учетом ограничений, что накладывает на ее художества скудный запас значков, имеющихся на клавиатуре). А далее, как и во всякой другой игре, происходит соревнование между постепенно проявляющимся словом и постепенно проявляющейся фигурой человека, которого вот-вот повесят.

В тех двух партиях игры в «Виселицу», которые я недавно наблюдал, правильными ответами были слова «мышление» и «вариация». Если вы выиграете партию, программа, верная своему злодейскому характеру, выпечатывает серию небуквенных значков из верхнего ряда клавиатуры (которые в книжках комиксов используются для того, чтобы обозначать ругательства и проклятия), а затем пишет:

ЧЕРТ ПОБЕРИ, ТЫ ВЫИГРАЛ

ЕСЛИ ХОЧЕШЬ, ИМЕЕШЬ ЕЩЕ ОДИН ШАНС ПОДОХНУТЬ

Программа «XEQ-\$KING» предлагает такую игру:

Это древнее королевство Шумерия, и вы его обожаемый правитель. Судьба экономики Шумерии и ваших верных подданных полностью в ваших руках. Ваш министр Хаммурапи каждый год будет докладывать вам о росте населения и об экономике. Вы должны научиться мудро распределять ресурсы в вашем королевстве, пользуясь получаемой от вашего министра информацией. Кто-то входит в ваш зал совещаний...

Затем Хаммурапи предоставляет в ваше распоряжение все необходимые сведения о числе акров земли, которыми владеет ваш город, о том, сколько бушелей зерна с акра было снято в прошлом году, сколько из них было уничтожено крысами, сколько хранится на складах, каково нынешнее население, сколько народу умерло от голода в прошлом году и сколько переселилось из деревни в город. Он умоляет вас сообщить ему, сколько бушелей зерна следует давать теперь за акр земли и сколько акров земли вы сами желаете купить. Если ваше желание окажется невыполненным, программа напечатает:

Хаммурапи:

Пожалуйста, подумайте еще раз. У вас в запасе всего двадцать восемь сотен бушелей зерна.

Хаммурапи оказывается необычайно терпеливым и вежливым Великим Визирем. По мере того как мчатся годы, вы все больше понимаете, насколько трудно, во всяком случае в рамках определенной рыночной экономики, одновременно увеличивать и население и площадь земли, принадлежащей государству, в то же время не допуская нищеты и голода.

Среди многих других программ есть одна, называемая «Гонки, Гран-при», которая позволяет вам выбрать марку машины из длинного списка, начинающегося «фордом» модели «Т» и завершающегося «феррари» 1973 года. Если в определенных местах трека выбранные вами скорость или ускорение слишком малы, вы проигрываете, если они слишком велики, вы разбиваетесь. Так как расстояния, скорости и ускорения должны быть заданы в виде точных и конкретных величин, в эту игру невозможно играть без того, чтобы не разобраться в кое-каких физических законах. Круг возможных применений компьютерных обучающих интерактивных систем ограничивается лишь изобретательностью программистов, а это, как известно, колодец, уходящий очень глубоко.

Наука и техника оказывают на наше общество чрезвычайно сильное воздействие, что, однако, либо вовсе не осознается большей частью наших сограждан, либо осознается ими в явно

недостаточной мере. Поэтому если повсюду – и в школе, и дома – появятся недорогие интерактивные компьютерные системы, то это может сыграть важную роль в жизни нашей цивилизации.

Единственное возражение, которое мне доводилось слышать против широкого применения карманных калькуляторов и небольших компьютеров, состоит в том, что, если дети начинают пользоваться ими слишком рано, они забрасывают изучение арифметики, тригонометрии и других математических дисциплин, поскольку машина намного быстрее и точнее, чем человек, решает все задачи, возникающие в этих областях знания. Однако подобные возражения родились отнюдь не сегодня.

У Платона в его «Федре» – том самом диалоге с Сократом, о котором я уже упоминал ранее, когда воспользовался приведенной в нем метафорой, построенной на образах колесницы, возничего и двух лошадей, – есть прелестный миф о Тоте (греки называли его Тевтом), египетском аналоге Прометея. На языке древних египтян фраза, обозначающая «письменный язык», буквально значит «речь богов». Тот обсуждает свое изобретение^[53] письма с Тамусом (называемым также Аммоном), богоподобным царем над всем Египтом, который упрекает его в следующих словах:

«Это твоё изобретение в души научившихся ему вселит забывчивость, так как будет лишена упражнения память: припоминать станут извне, доверяясь письму, по посторонним знакам, а не изнутри, сами собою. Стало быть, ты нашел средство не для памяти, а для припоминания. Ты даешь ученикам мнимую, а не истинную мудрость. Они у тебя будут многое знать понаслышке, без обучения, и будут казаться многоснающими, оставаясь в большинстве невеждами, людьми трудными для общения; они станут мнимомудрыми вместо мудрых».

Я убежден, что в словах Тамуса заключена некоторая правда. В нашем современном мире неграмотные имеют иное ощущение направленности жизни, другое чувство уверенности в своих силах, отличное от нашего восприятия реальности. Но до изобретения письменности людское знание было ограничено тем, что мог запомнить один человек или небольшая группа людей. Иногда, как, например, в случае в Ведами и двумя великими эпическими поэмами Гомера, могло быть сохранено весьма существенное количество информации. Но, насколько нам известно, Гомеров было немного. После изобретения письменности стало возможным собирать, объединять и использовать мудрость, накопленную всеми народами и во все времена, люди перестали зависеть от того, как много способны запомнить они сами и их ближайшие знакомые. Грамотность открывает нам доступ к сознанию величайших гениев, которых знала история, оказавших наибольшее влияние на нашу жизнь: Сократ или, скажем, Ньютон получили аудиторию несравненно большую, чем общее число людей, с которыми каждый из них был знаком за всю свою жизнь. Устная традиция, продолжавшаяся в течение многих поколений, неизбежно ведет к ошибкам при передаче информации, к постепенной утрате первоначального содержания. Подобная деградация происходит значительно медленнее, если некие тексты многократно переписываются или перепечатываются.

Книги легко хранить. Мы можем читать их в своем собственном темпе, никого при этом не беспокоя. Мы можем вернуться к трудным местам или же еще раз получить наслаждение от особо понравившихся нам отрывков. Книги выпускаются в массовом количестве и стоят относительно дешево. Да и само по себе чтение – удивительное занятие: вы смотрите на тонкий, плоский объект, сделанный из древесины, как вы делаете это в данную секунду, и вдруг голос автора начинает звучать в вашей голове. (Привет Вам!) Рост человеческих знаний и усиление наших способностей к выживанию, последовавшие за изобретением письменности, были необычайно велики. (Взросло также и чувство уверенности в своих силах: стало возможным освоить основы искусства и науки по книгам, не завися от счастливого стечения обстоятельств, при котором живущий по соседству мастер мог бы взять нас к себе в ученики.)

В заключение надо сказать, что изобретение письменности следует считать не только блестящим новшеством, но и бесценным благом для человечества. И если допустить, что мы проживем достаточно долго, чтобы мудро использовать их изобретения, те же слова я хотел бы сказать и о современных Тотам и Прометеях, которые сегодня создают компьютеры и программы, несущие в себе начала машинного разума. Ибо следующие структурные изменения человеческого разума произойдут, скорее всего, на пути сотрудничества между разумными людьми и разумными машинами.

IX. Знание – вот наша цель: земной и внеземной разум

Беззвучные часы крадутся...

У. Шекспир. Король Ричард III

Вопрос вопросов для человечества, проблема, которую можно обнаружить за спиной всякой иной, но которая намного интереснее, чем любая из них, – это определение места человека в Природе и его отношения к Космосу. Откуда мы пришли, что за границы поставлены нашей власти над Природой и Природы над нами, к какой цели мы стремимся, – все это проблемы неувядающей свежести и неумещающегося интереса для каждого человеческого существа, рожденного на Земле.

Т. Г. Хаксли, 1863

Итак, наконец я возвращаюсь к одному из вопросов, с которых начал, – к поиску внеземного разума. Высказываемое иногда предположение, что каналом межзвездной связи будет телепатия, представляется мне не более чем шуткой. Во всяком случае, нет ни малейшего свидетельства в пользу этого предположения, и мне не привелось встретить хотя бы самое скромное подтверждение тому, что телепатическая связь существует на нашей планете. Мы пока еще не способны совершить межзвездный космический полет, хотя более развитые цивилизации, может быть, готовы к нему. Несмотря на все разговоры о неопознанных летающих объектах и древних астронавтах, нет никаких серьезных подтверждений тому, что нас когда-либо посещали инопланетяне или что они и сейчас у нас в гостях.

Но остаются еще машины. Для связи с неземным разумом могут быть использованы свойства электромагнитного спектра, вероятнее всего, его радиодиапазона, или же гравитационные волны, нейтрино, а возможно, и тахионы (если они существуют), или какие-то новые физические явления, которые откроют через триста лет. Но каков бы ни был канал этой связи, он все равно потребует для своего функционирования машины, и, если можно опереться на наш опыт в радиоастрономии, это будут машины, управляемые совершенными компьютерами, по своим возможностям приближающимися к тому, что мы называем разумом. Невозможно невооруженным глазом просмотреть многодневные записи, полученные на 1 008 различных частотах, когда информация меняется каждые несколько секунд или еще чаще. Тут нужна возможность осуществлять автокорреляцию и необходимы большие электронные компьютеры. С таким положением вещей мы с Франком Дрейком столкнулись, когда проводили свои наблюдения в обсерватории Аресибо, и ситуация может только усложниться (то есть стать еще более зависимой от компьютеров), после того как в ближайшем будущем войдут в строй устройства для прослушивания космоса. Мы можем составить принимающую и передающую программы самой большой степени сложности. А если нам посчастливится, мы придумаем что-нибудь необыкновенно ясное и изящное. Но в поисках внеземного разума мы не сможем обойтись без замечательных возможностей машинного разума.

Число развитых цивилизаций в галактике Млечного Пути сегодня зависит от многих факторов, начиная с количества планет, вращающихся вокруг каждой звезды, и кончая наличием условий для возникновения на них жизни. Но если жизнь каким-то образом все-таки зародится в относительно благоприятном для этого окружении и в ее распоряжении окажутся миллиарды лет для эволюционного развития, то, как полагают многие из нас, в итоге появятся разумные существа. Путь эволюции, конечно, будет отличаться от того, что имел место на Земле. События, случившиеся у нас, включая вымирание динозавров и исчезновение плиоценовых и плейстоценовых лесов, вероятно, в точно такой же последовательности не произойдут нигде больше во всей Вселенной. Но должно существовать много функционально равнозначных путей

с одинаковым конечным результатом. Весь известный нам ход эволюции, особенно данные, содержащиеся в ископаемых остатках черепов, свидетельствуют о тенденции в сторону увеличения разумности. В этом нет никакой загадки: умные организмы в большинстве своем лучше выживали и оставляли больше потомства, чем глупые. Детали, конечно, зависят от обстоятельств: как, например, могло случиться, что нечеловекообразные приматы, обладающие языком, были истреблены людьми, в то время как обезьяны с менее развитой системой общения остались без внимания наших предков. Но общая тенденция представляется совершенно очевидной и, видимо, характерна для эволюции разумной жизни, где бы она ни происходила. И лишь когда разумные существа овладевают техникой и приобретают возможность самоуничтожения своего вида, преимущества, даваемые разумом при естественном отборе, начинают казаться не столь безусловными.

А что, если мы получим послание иных миров? Есть ли какая-нибудь причина думать, что передавшие ее существа, которые развивались на протяжении миллиардов лет геологического времени в условиях, сильно отличающихся от наших, будут настолько похожи на нас, что их сообщение будет нами понято? Я думаю, ответ должен быть утвердительным. Цивилизация, передающая радиосообщение, должна как минимум знать, что такое радио. Частота, постоянная времени, ширина пропускания радиочастот будут общими у передающей и принимающей цивилизаций. Ситуация может слегка напоминать передачи любителей или плохих радиооператоров. Если не принимать в расчет какие-то чрезвычайные обстоятельства, радиолюбители ведут разговоры исключительно об устройстве своих аппаратов, ибо это вопрос, который, вне сомнения, представляет интерес для всех их.

На самом деле, я думаю, ситуация вселяет куда больше надежды. Мы знаем, что законы природы, во всяком случае многие из них, везде одинаковы. Спектроскопический анализ выявляет те же самые химические элементы, те же самые общие для всех молекулы на других планетах, звездах и галактиках; и сам факт наличия одинаковых спектров доказывает, что везде действует одинаковый механизм, с помощью которого атомы и молекулы поглощают и излучают энергию. Можно наблюдать, как отдаленные галактики тяжеломерно движутся одна относительно другой в точном соответствии с теми же законами тяготения, которые определяют и вращение маленького искусственного спутника вокруг нашей бледно-голубой планеты. Законы гравитации, квантовой механики, основные положения физики и химии одинаковы везде.

Разумные организмы, развивающиеся в другом мире, могут быть непохожими на нас по биохимическому синтезу. Почти наверняка их приспособительные механизмы, от отдельных ферментов до систем внутренних органов, будут сильно отличаться от наших, ибо они были созданы для иного окружения в других мирах. Но над ними властвуют те же законы природы.

Законы падающих тел кажутся нам вполне простыми. Постоянно возрастающая из-за притяжения Земли скорость падающего тела увеличивается пропорционально времени падения, расстояние – пропорционально квадрату времени. Это очень простые уравнения. И по крайней мере со времен Галилея они известны всем. Тем не менее мы можем вообразить вселенную, в которой действуют куда более сложные законы природы. Но мы не живем в такой вселенной. Почему? Я думаю, потому что все организмы, которые воспринимали свое окружение как слишком сложное, вымерли. Те из наших предков, которые, живя на деревьях, имели трудности в расчете траектории перескакивания с ветки на ветку, не оставили большого потомства. Естественный отбор послужил своего рода фильтром разума, отбирая мозги и ум, хорошо осведомленные о законах природы. Этот резонанс между нашим мозгом и Вселенной, установленный естественным отбором, помогает понять недоумение, высказанное Эйнштейном: «Самое непостижимое свойство Вселенной – это то, что она постижима».

И если это так, то те же самые фильтрующие силы эволюции должны были действовать и в других мирах, где развивались разумные существа. Внеземной разум, среди предков которого не было ни летающих, ни живущих на деревьях существ, может и не разделять нашей страсти к космическим полетам. Но атмосферы всех планет относительно прозрачны в радио- и видимой частях спектра из-за квантового механизма наиболее распространенных в космосе атомов и молекул. Поэтому организмы во всей Вселенной должны быть чувствительными к оптическому и (или) радиоизлучениям, и после открытия физических законов идея использования электромагнитного излучения для межзвездного общения должна стать общекосмической – она должна возникнуть независимо в бесчисленных мирах нашей Галактики, как только там станет

известна элементарная астрономия. Если нам посчастливится установить контакт с этими инопланетными существами, я думаю, что их биология, психология, социология и политика могут показаться нам чрезвычайно экзотическими и глубоко таинственными. Но я полагаю, что у нас не возникнет особых трудностей взаимопонимания в том, что касается простых аспектов астрономии, физики, химии и, вероятно, математики.

Конечно, я не жду, что их мозги окажутся анатомически, физиологически и, быть может, даже химически близкими к нашим. Их мозг сформирован другой средой, он прошел другой эволюционный путь. Нам достаточно взглянуть на земных животных, наделенных существенно отличными от наших органами, чтобы увидеть, сколь многообразной может быть физиология мозга. Есть, например, африканская пресноводная рыба мармирида, которая часто живет в мутной воде, где трудно увидеть хищника, жертву или брачного партнера. У мармириды поэтому развился специальный орган, который создает электрическое поле и способен уловить изменение этого поля, вызванное любым существом, попавшим в него. Мозжечок этой рыбы покрывает всю заднюю часть ее мозга толстым слоем, напоминающим новую кору головного мозга млекопитающих. Мозг мармириды явным образом отличается от нашего, и тем не менее в глубоком биологическом смысле эта рыба ближе к нам, чем любое из разумных внеземных существ.

Мозг инопланетян, вероятно, будет иметь несколько или даже много различных надстроек, которые постепенно нарастали одна над другой в процессе эволюции, как это было и в нашем случае. Между этими компонентами может существовать некоторая напряженность во взаимодействии – так же, как она существует у нас, хотя признаком успешной, процветающей цивилизации может быть именно возможность достигнуть продолжительного мира между различными частями головного мозга. Инопланетяне почти наверняка значительно расширили свои внесоматические знания, используя для этого разумные машины. Но, думается, весьма вероятно, что в конце концов наш разум и наши машины и их разум и машины хорошо поймут друг друга.

Огромна практическая и философская польза, которую мы извлечем, получив достаточно емкое послание развитой цивилизации. Но то, насколько полно и быстро мы сможем воспользоваться этими дарами, будет зависеть от деталей текста, содержание которого трудно предугадать. Однако один вывод ясен: сообщение, полученное от развитой цивилизации, со всей очевидностью докажет, что такие развитые цивилизации существуют; что есть возможность избежать саморазрушения – угрозы, которая представляется такой реальной в наш современный век технической юности. Таким образом, получение звездного послания может послужить практической цели, оно явится тем, что в математике называется теоремой существования – в данном случае утверждением того, что развитая техника не мешает обществу жить и совершенствоваться. В поисках решения проблемы точное знание, что какое-то решение существует, представляется неоценимой помощью. Это лишь одна из многочисленных любопытных взаимосвязей между существованием разумной жизни на Земле и в других мирах.

Накопление все больших знаний и опыта – это, безусловно, единственный выход из ныне существующих трудностей и единственный путь в благополучное будущее человечества (а по сути, в любое будущее вообще). Но в жизни этой точкой зрения руководствуются далеко не всегда. Правительства часто теряют из виду разницу между долговременной и сиюминутной пользой. Между тем самые важные вещи произошли из, казалось бы, незначительных и не имеющих практической пользы научных находок. Например, радио сегодня – это не только основной канал, по которому идут поиски внеземного разума, но это также и средство, с помощью которого приходят ответы на сигналы бедствия, передаются новости, телефонные переговоры и развлекательные программы. А ведь радио появилось благодаря тому, что шотландский физик Джеймс Клерк Максвелл ввел в научный обиход термин «ток смещения». Его предположение о существовании тока смещения зиждилось на том, что решаемая им система дифференциальных уравнений с частными производными, известная ныне как уравнения Максвелла, с чисто эстетических позиций выглядела более привлекательной с этим током смещения, чем без него.

Мир устроен затейливо и изящно. Мы вырываем у природы ее тайны самыми разнообразными способами. Обществу, конечно, хотелось бы заранее предусмотреть, какие технические новинки или, другими словами, какие именно применения научных изысканий надо

активно использовать и внедрять, а какие – нет. Но без финансирования собственно научных исследований, без поддержки естественного любопытства к познанию, наши возможности выбора научного направления становятся опасно ограниченными. Достаточно одному физика из тысячи обнаружить нечто похожее на ток смещения, чтобы сразу же многократно оправдались все затраты общества на работу остальных ученых из этой тысячи. Без мощной, продуманной и постоянной поддержки фундаментальных научных исследований мы попадем в положение тех, кто съедает зерно, отложенное для посева: утолив голод этой зимы, мы неизбежно потеряем последнюю надежду пережить следующую.

Во времена, некоторым образом похожие на наши, блаженный Августин, епископ Иппонийский, после похотливой и интеллектуально изобретательной младости удалился от мира чувства и ума и советовал другим: «Есть еще один вид искушения, еще более чреватый опасностью. Это болезнь любознательности... Именно она зовет нас попытаться приоткрыть завесу над тайнами природы, теми тайнами, которые находятся выше нашего понимания и не принесут нам ничего и которые человек не должен желать постичь... В этом необъятном лесу, наполненном западнями и опасностями, я подался назад и выкарабкался из терний. В самой гуще этих вещей, бесконечной чередой проходящих мимо меня каждый день, я никогда ничему не удивлялся и никогда не был захвачен истинным желанием понять их... Я более не мечтаю о звездах». Год смерти Августина, 430 год нашей эры, знаменует начало мрачного средневековья в Европе.

В последней главе «Восхождения Человека» Броновски признается, что он опечален, «неожиданно обнаружив, что на Западе человека окружает страшная нервозность и отход от знаний». Я думаю, он говорил здесь частично о слишком ограниченном понимании общественными и политическими кругами роли и ценности науки и техники, которые сформировали нашу жизнь и нашу культуру, а также о растущей популярности различных форм псевдонаук, знахарства, мистицизма и магии.

Сегодня на Западе (но не на Востоке) возродился интерес ко всякого рода смутным, смехотворным и зачастую откровенно нелепым верованиям, которые, если бы они были правильными, по крайней мере явились бы признаками более занятого устройства Вселенной, но которые, если они неправильны, говорят лишь о нашей умственной неопрятности, отсутствии твердых убеждений и трате человеческой энергии на вещи, едва ли способствующие нашему выживанию. К числу таких верований относятся: астрология (утверждающая, что звезды, находящиеся на расстоянии ста триллионов миль, которые восходят в момент моего рождения, полностью определяют мою судьбу); «тайна» Бермудского треугольника (согласно некоторым версиям состоящая в том, что в океане около Бермудских островов живет неопознанный летающий объект, который пожирает корабли и самолеты); все сообщения о летающих тарелках; вера в древних астронавтов; фотографии духов; пирамидология (включая идею о том, будто лезвие бритвы, помещенное в картонную пирамиду, становится острее, чем в такой же коробке в форме куба); сайентология; ауры и фотографии Кирлиан; эмоциональная жизнь и музыкальные вкусы комнатных растений; бескровная хирургия; идеи плоской и поллой Земли; современные пророчества; перемещение ножей и вилок на расстоянии; астральные расчеты; предания об Атлантиде; спиритизм; вера в акт творения, то есть в то, что люди были созданы богом или богами, несмотря на все наше глубинное сходство с животными, будь это химия или физиология мозга. В некоторых из этих верований, быть может, и содержится зернышко истины, но сам факт их столь широкого распространения свидетельствует о недостатке культуры мышления, отсутствии критического начала, стремлении принимать желаемое за действительное. Вообще говоря, все эти, если можно так выразиться, лимбические и правополушарные верования, эти протоколы сновидений есть наши натуральные (вот уж подходящее слово!) человеческие реакции на сложность мира, в котором мы живем. Но это также и темные, оккультные верования, выраженные так, что их невозможно проверить, они неподвластны доводам разума. А ведь для того, чтобы проникнуть в светлое будущее, необходима деятельность всего неокортекса и, конечно, разум должен быть соединен с интуицией и с тем, что дает нам лимбическая система и Р-комплекс, но прежде всего – разум, то есть мужественное умение видеть мир таким, каков он есть на самом деле.

Разум развился на планете Земля лишь в последний день Космического календаря. Согласованная работа обоих полушарий головного мозга – это орудие, данное нам природой для

борьбы за выживание. И мы вряд ли выживем, если не сумеем творчески и в полной мере использовать свой человеческий разум.

«Наша цивилизация — это цивилизация науки, — провозгласил Джекоб Броновски. — Это значит, что главное для нее — знания и их целостность. Наука, Science — это всего лишь латинское слово, означающее „знание“... Знание — вот наша судьба».

Послесловие

Книга Карла Сагана — о том, что во все времена волновало и сейчас волнует людей. Ибо она пытается дать ответ на вопрос «Что есть человек?». В занимательной, популярной форме, не очень много греша против научной истины, Саган рассказывает о долгом и во многом еще загадочном пути, пройденном природой в процессе эволюции от простейших организмов до разумных существ. И наиболее важные вехи этого пути, отмечавшие поворотные пункты человеческой истории, сохранились в структуре нашего мозга. Он хранит в себе память о тех временах, когда хозяевами Земли были гигантские рептилии, когда наши далекие предки — млекопитающие должны были днем прятаться от этих страшилищ, неподвижно замирая в глубоком сне-обмороке, когда наши пращуры впервые научились делать орудия и в их головах впервые забрезжила мысль, облаченная в словесную форму.

В нашем мозге, как в коммунальной квартире, уживаются и Р-комплекс, доставшийся нам в наследство от рептилий, и лимбическая система птиц и высших млекопитающих, и новая кора, разделенная на два полушария, воспринимающие мир весьма отличным друг от друга образом. Автор книги ведет нас за кулисы театра, на сцене которого разыгрывается слаженный спектакль. И мы видим драматические ситуации, скрытые от зрителя, наблюдаем противоборство актеров, занятых в спектакле, и постигаем то, как, подчиняясь властным указаниям режиссера, это противоборство подавляется, страсти утихают и возникает то, что кажется нам проявлением нашего разума. Но когда режиссер не справляется со своими обязанностями, тогда наше поведение становится резко отличным от того, что принято считать нормой. В нас просыпаются дремлющие глубоко в подсознании комплексы рептилий. Мы вдруг становимся агрессивными. Или в нас актуализируются глубинные эмоциональные состояния — порождение лимбической системы. Волны страха или безотчетной радости захлестывают нас. И если наш рассудок не сделает определенных усилий, не подавит и не подчинит себе эти вырвавшиеся наружу порождения древних отделов мозга, то мы в своем поведении как бы возвращаемся назад по лестнице эволюции, становимся на время теми, чьи чувства и стремления нас переполняют.

В наших преданиях, мифах и легендах Карл Саган находит ассоциации, идущие от истоков человеческого существования. И, читая эти места книги, мы, может быть, впервые задумываемся о том, почему рептилии вызывают у нас страх и предубеждение, почему в своих мифах и сказках мы неизменно награждаем их злодейскими ролями. Герои волшебных сказок во всех уголках Земли, у всех народов борются с драконами и Змеями Горынычами, отважный Персей убивает ненасытную Медузу (какая богатая ассоциация с гипнотизирующим взглядом многих рептилий), коварный змей склоняет простодушного Адама и любопытную Еву к нарушению запретов Эдема. Нам становится вдруг понятным наш безотчетный страх перед рептилиями и тот отрицательный смысл, который скрывается для нас за выражениями типа: холодный взгляд, холодный ум или холодный ответ. Холодная кровь рептилий кажется нам слишком чуждой.

В 1983 году издательство «Прогресс» выпустило в русском переводе книгу известного психолога из ГДР Фриедхарта Кликса. Она называется «Пробуждающееся мышление. У истоков человеческого интеллекта». В этой книге ставится тот же самый вопрос, что и в книге Карла Сагана: «Что есть человек и чем он отличается от остальных наиболее развитых представителей животного царства?» Но ответы на этот вопрос у Фриедхарта Кликса и Карла Сагана несколько различны. И это неудивительно. Ведь Карл Саган по профессии астрофизик, и вторжение в область психологии, как об этом говорится в начале его книги, волнует его самого. Ибо он выступает в ней лишь как представитель смежной науки. А Фриедхарт Кликс сейчас один из крупнейших психологов мира, президент Всемирного объединения психологов. Но в своей книге он вынужден вторгаться в антропологию и биологию, которые тоже не являются его научными владениями. В книге Сагана чувствуется акцент в сторону биологических, по сути, объяснений

того, как произошел переход к естественному человеческому интеллекту. Клике же в качестве таких объяснений выдвигает психологические и социальные причины, и в частности развитие общественного труда. Для нас вторая точка зрения более приемлема, хотя соображения и чисто биологического порядка, принадлежащие Сагану, вносят свою лепту в понимание этой чрезвычайно трудной и до конца не решенной проблемы.

Вообще Карл Саган очень четко придерживался той эволюционной теории, которая естественным отбором и фактором случайности объясняет все. В своей книге он пишет: «Красота и элегантность современных форм жизни обязана своим происхождением естественному отбору, в результате которого выживали и размножались те организмы, что случайно смогли приспособиться к своему окружению». Но, как известно, основной трудностью объяснения всего пути эволюции с подобной точки зрения является необъяснимость тенденции к усложнению организмов, целенаправленное движение в сторону цефализации, то есть увеличения объема мозга живых существ. Вирусы и бактерии, простейшие представители живого, демонстрируют удивительную способность к адаптации и выживанию. Зачем же природе нужно было совершать огромный путь эволюционного развития? Как бы отвечая на этот вопрос, Карл Саган пишет: «Весь известный нам ход эволюции, особенно данные, содержащиеся в ископаемых остатках черепов, свидетельствуют о тенденции в сторону увеличения разумности. В этом нет никакой загадки: умные организмы в большинстве своем лучше выживали и оставляли больше потомства, чем глупые». Однако есть некоторые основания думать, что такое объяснение тенденции биологической эволюции не является исчерпывающим.

Сейчас резко возрос интерес к тем теориям эволюции, которые, сохраняя основные положения естественного отбора Ч. Дарвина, стремятся объяснить целесообразность развития живых существ. Мы заново с огромным интересом знакомимся с удивительной теорией развития Земли и жизни на ней, неотделимой от развития всего космоса, развивавшейся замечательным ученым академиком В. И. Вернадским. Мы вновь обращаемся к наследию академика Л. С. Берга, пытавшегося разгадать причину цефализации живых организмов. Вспоминаем догадки В. А. Анри, который еще в 1917 году пытался объяснить целесообразность в живой природе законами накопления лучистой энергии в приповерхностном слое Земли.

И еще с двумя положениями автора данной книги хотелось бы поспорить. Карл Саган весьма критически относится к идее воспроизведения в искусственных системах процесса понимания текстов, написанных на естественном языке. Возникающие здесь трудности кажутся ему принципиальными и непреодолимыми. Иллюстрирует он это положение на примере программ машинного перевода с одного языка на другой.

В области работ по машинному переводу действительно был период неудач. Он был связан с попыткой преодолеть все трудности анализа текстов на естественном языке, оставаясь на уровне морфологии, лексики и синтаксиса. Но сейчас в различных странах мира, в том числе и в нашей стране, уже действует несколько опытных систем машинного перевода. Они используются для перевода научно-технических текстов и обеспечивают вполне приемлемый для специалистов перевод. А шутки типа, что, встретив предложение «Накося, выкуси!», компьютер воспринимает его смысл как предложение поест после того, как закончится процесс косьбы, так и останутся лишь шутками.

И наконец, часть утверждений автора книги, касающихся левого полушария мозга, тоже нуждается в корректировке. Исследования в этой области развиваются столь стремительно, что почти невозможно успеть отразить на страницах книг уровень текущих знаний о функционировании левого и правого полушарий. По-видимому, сейчас наиболее правдоподобной представляется гипотеза о том, что правое полушарие оперирует с некоторыми нерасчлененными комплексами-образами, а левое — с вычлененными из них обедненными структурами, в которых в явной форме выделены те или иные связи. Однако накоплено немало данных, свидетельствующих о том, что в правом полушарии есть средства моделирования работы левого полушария, и наоборот. Правда, эти средства моделирования не обеспечивают по сравнению с оригиналом такой же эффективности функционирования, но зато делают каждое полушарие вполне автономным и жизнеспособным. Кроме того, Карл Саган ничего не говорит о том, что, хотя у большинства людей в их поведении явно проявляется доминирование левого полушария, имеется меньшинство, для которых именно правополушарные механизмы оказываются более значимыми. А значит, в мышлении и поведении таких людей ярче

проявляются творческие способности, связанные с установлением сложных ассоциативных связей, эмоционально окрашенных решений и такими видами деятельности, как живопись или поэзия. А если верить Уильяму Голдингу, написавшему повесть «Наследники», то именно так, в виде картин и образов, мыслили наши «двоюродные братья» неандертальцы.

Известный специалист в области математической логики С. Ю. Маслов в конце своей жизни написал работу, в которой высказал мысль, что доминирование левого или правого полушария различно в разные исторические эпохи. Как изменчивая мода постоянно возвращается на «круги своя», так и наши оценки окружающего и способы достижения своих целей то пронизываются «жаром холодных чисел», то «витают в облаках». С. Ю. Маслов иллюстрировал это положение на изменениях в восприятии архитектуры, на смене архитектурных стилей, господствовавших в Европе. Он связывал строгие логичные каноны классицизма с левосторонними механизмами мышления, а буйство форм барокко – с правосторонними. Он сравнивал рационализм конструктивизма с причудливыми формами, порожденными в модерне. И, обращаясь к своей области знаний, к математике, обнаруживал удивительные периоды, когда математическое мышление демонстрировало такую же смену механизмов. Ту ведущую роль играли строгие логические рассуждения, в которых каждый шаг был строго обоснован, и математическая мысль восходила по ступеням познания, каждая из которых прочно опиралась на предшествующие. Но и в иные периоды возникало время интуиций, опережающих время гениальных догадок и эвристических рассуждений. Другими словами, С. Ю. Маслов предположил, что прямое движение от доминирования правосторонних механизмов у наших предков к доминированию левосторонних, возможно верное как тенденция, все время нарушается возвратом к уже пройденным этапам. И не этим ли объясняется загадка смены великолепных наскальных рисунков периода палеолита схематичными рисунками, характерными для неолита?

Но это только гипотеза, требующая тщательной и всесторонней проверки.

Заканчивая это послесловие, мне бы хотелось обратить внимание читателей на две недавно вышедшие книги, имеющие прямое отношение к проблемам, обсуждаемым Карлом Саганом. Первая из них: П. В. Симонов, П. М. Ершов. Темперамент. Характер. Личность. М., Наука, 1984 – содержит немало материала, касающегося нашей эмоциональной сферы, порожденной лимбической системой и другими отделами мозга. Вторая: В. С. Ротенберг, В. В. Аршавский. Поисковая активность и адаптация. М., Наука, 1984 – посвящена еще не решенным проблемам, связанным с правополушарными механизмами и феноменом сна. Эти книги, написанные на научно-популярном уровне, могли бы существенно дополнить то, что составляет содержание книги, которую вы уже прочитали.

Д. Л. ПОСПЕЛОВ,

заместитель председателя Научного совета по проблеме «Искусственный интеллект» Комитета системного анализа при Президиуме АН СССР, доктор технических наук, профессор

Примечания

1

Джекоб Броновски – популяризатор науки и литературовед, поляк по происхождению. Учился в Кембридже, преподавал в университетах, читал курс лекций в Массачусетском технологическом институте. Из книг, обращенных к массовому читателю, наиболее известны «Наука и человеческие ценности», «Восхождение Человека» (по этой книге была сделана серия популярных телевизионных передач, о них и говорит К. Саган). – *Перев.*

2

С далеких викторианских времен, с тех пор как шли знаменитые дебаты между епископом Уилберфорским и Томасом Хаксли, на идеи, высказанные Дарвином и Уоллесом, постоянно, хотя и безуспешно, обрушивался огненный вал возражений. Чаще всего их авторами были те, кто слепо придерживался умозрительных доктрин. Между тем эволюция – факт, с очевидностью

демонстрируемый ископаемыми остатками и современной молекулярной биологией. Естественный отбор – удачная теория, способная объяснить этот факт. Весьма вежливый ответ на недавнюю критику естественного отбора, включая и такую оригинальную точку зрения, что теория эта – всего лишь тавтология («выживают те, кто способен выжить»), содержится в статье Стефана Джея Гулда «Этот взгляд на жизнь: несвоевременные похороны Дарвина», опубликованной в октябрьском номере журнала «Natural History» за 1976 год. Дарвин был, разумеется, человеком своего времени, склонный порой (как это видно по его замечанию относительно обитателей Огненной Земли, приведенному выше), проводя сравнение европейцев с другими народами, высказываться в пользу первых. На самом же деле человеческое общество в допромышленные времена намного больше напоминало страдающих, общительных бушменов, охотников-собирателей, живших в пустыне Калахари, чем дикарей с Огненной Земли, которых Дарвин высмеивал, имея к тому некоторые основания. Но его прозрения – об эволюции, о естественном отборе как ее первопричине и о том, что все это имеет отношение к природе человека, – это вехи в истории познания человеком мира, особенно если принять во внимание то упорное сопротивление, которое встретили эти идеи в викторианской Англии и с которым, пусть в меньшей мере, они сталкиваются и ныне.

3

Проблема сознания не такая простая, как она представлена здесь, и имеет несколько аспектов. Один из них – самый существенный – заключается в том, что сознание, действительно будучи функцией сложно организованного мозга, вне социальной среды ни возникнуть, ни существовать, ни рассматриваться не может. – *Прим. редакции.*

4

Существует довольно убедительная точка зрения, что вирусы – это получившие самостоятельность органы бактерий. – *Прим. редакции.*

5

Вообще говоря, впрямую из графика этого не следует. – *Прим. редакции.*

6

Они называются березовыми пяденицами. – *Перев.*

7

Темп мутаций до известной степени тоже регулируется естественным отбором, как в нашем примере с «молекулярными ножницами». Но, скорее всего, существует некоторый минимальный темп мутаций, способный, во-первых, обеспечить достаточное количество генетических экспериментов, которыми мог бы оперировать естественный отбор, а во-вторых, создать необходимое равновесие между мутациями, возникающими, скажем, благодаря космическим лучам, и возможностями внутриклеточных механизмов устранять полученные в результате этих мутаций повреждения.

8

Попробуйте перечитать этот абзац, заменив слово «крыса» словом «мышь», и вы увидите, что ваше сочувствие к оперированному и неправильно понятому животному вдруг возрастет; это прямой результат влияния, оказываемого мультипликационными фильмами на американцев.

(Имеется в виду герой популярных американских мультфильмов Микки Маус, маленький симпатичный мышонок. – *Перев.*)

9

В специальной литературе такие представления называют холистическими или нозтическими. – *Перев.*

10

Есть существенная разница между экспериментальным раздражением определенных зон мозга электрическим током и удалением или разрушением тех же зон. Раздражение может передаваться на другие зоны и включать, подобно рубильнику, сложные системы, функция которых значительно шире функции раздражаемого участка мозга. А повреждение той же самой зоны часто оказывается недостаточным для того, чтобы нарушить функцию всей этой многокомпонентной системы. – *Прим. редакции.*

11

Если брать в качестве критерия отношение массы мозга к массе тела, то акулы должны быть самыми умными из всех рыб, что согласуется с занимаемой ими экологической нишей – хищники и должны быть сообразительнее, чем те, кто питается планктоном. Удивительно, насколько сходна эволюция акул с эволюцией высших наземных позвоночных и в том, что у них увеличено отношение массы мозга к массе тела, и в том, что у них развиты координирующие центры во всех трех главных частях мозга.

12

На плоскости в одну сторону горизонта – 180 градусов. Диаметр Луны таков, что она видна под углом 0,5 градуса. Я могу различать кое-какие ее детали, скажем, до двенадцати отдельных элементов. Отсюда следует, что разрешающая способность моего глаза составляет около $0,5 / 12 \approx 0,04$ градуса. Все, что меньше этого, мой глаз уже не различает. Мой внутренний взор, так же как мой реальный глаз, имеет размеры примерно 2×2 градуса. Значит, в каждый момент я могу видеть крохотную квадратную картинку, содержащую $(2 / 0,04)^2 = 2\,500$ элементов, похожих на отдельные точки фотографии, переданной по линиям связи. Чтобы определить все возможные оттенки серого цвета, а также всех иных цветов таких точек, требуется около 20 битов на каждый элемент картинки. Таким образом, для полного описания моей маленькой картинки понадобится $2\,500 \times 20$, то есть около 50 000 битов в секунду. Для сравнения: фотокамеры совершающего посадку аппарата «Викинг», которые также обладают разрешающей способностью 0,04 градуса, имеют лишь 6 битов на каждый элемент картинки, чтобы описывать яркость, и могут передавать эту информацию по радиоканалам прямо на Землю со скоростью 500 битов в секунду. Нейроны мозга генерируют примерно 25 ватт энергии, чего едва достаточно, чтобы питать маленькую лампу накаливания. «Викинг» передает всю информацию и осуществляет иные свои функции, тратя на это около 50 ватт.

13

Однако «творческая роль» естественного отбора проявляется в преобразовании популяций, в результате которого и рождается новый вид. – *Перев.*

14

Вопрос о природе (сущности) человека может быть правильно понят лишь с учетом всего, что знает современная наука о человеке и как о живом существе, и как о субъекте общественно-исторической деятельности. Это один из основных вопросов философии. См.: *Маркс К. и Энгельс Ф. Соч.*, т. 3; *Проблема человека в современной философии. Сб. М.*, 1969; *Мысливченко А. Г. Человек как предмет философского познания. М.*, 1972; *Соотношение биологического и социального в человеке. Сб. М.*, 1975; *Дубинин Н. П. Что такое человек. М.*, 1983; *Фролов И. Т. На пути к единой науке о человеке. – Природа*, 1985, № 8; Послесловие Д. А. Пospelова к данной книге. – *Перев.*

15

Изложенная здесь концепция триединого мозга занимает в современной нейробиологии довольно скромное место и разделяется далеко не всеми учеными. Вместе с тем идея иерархической организации мозга имеет надежную научную основу. – *Прим. редакции.*

16

Это правило, касающееся различий в родительской заботе у млекопитающих и рептилий, не обходится без исключений. Заботливая мамаша нильская крокодила прячет в пасти своих только что вылупившихся крошек и переносит их в относительно безопасное место реки, а вот лев в Серенгети, как только достигает доминирующего положения, сразу же уничтожает всю наличную молодежь. Но в целом млекопитающие проявляют куда большую заботу о своих детях, нежели рептилии. Не исключено, что это различие было еще более ярко выражено сто миллионов лет назад.

17

Головы и туловища членистоногих некоторое время могут отлично обходиться друг без друга. Самка богомола в ответ на серьезное ухаживание часто в буквальном смысле лишает своего поклонника головы. В человеческом обществе такое поведение считалось бы асоциальным, но у насекомых оно в порядке вещей. Удаление мозга снимает сексуальные запреты и побуждает то, что осталось от самца, к спариванию. После этого самка завершает торжество трапезой в одиночку.

18

Поллианна – героиня одноименной повести Э. Портер, ее имя стало нарицательным, оно служит синонимом неисправимой оптимистки, глядящей на жизнь сквозь розовые очки. *Кассандра* — по греческой мифологии, дочь царя Трои Приама, прорицательница. Это она предостерегала царевича Париса от похищения Елены, жены царя Спарты Менелая, но по наущению Аполлона ее предостережения не вняли, из-за чего и началась Троянская война. – *Перев.*

19

И в самом деле, есть немало медицинских данных, указывающих на связь между кровоснабжением и интеллектуальными способностями. Давно было известно, что пациенты, на несколько минут лишенные кислорода, испытывали иногда постоянные и серьезные умственные расстройства. Операции по удалению закупорки сонной артерии часто приносили неожиданную пользу: согласно одному исследованию, через шесть недель после такой операции коэффициент интеллектуальности пациента повысился в среднем на восемнадцать единиц, что представляет собой существенное улучшение. Обсуждался также вопрос о том, что умственное развитие

младенцев улучшается при гипербарической оксигенизации, то есть когда их помещают в барокамеры с повышенным давлением кислорода.

20

Современная ракетная техника и космические исследования многим обязаны д-ру Роберту Х. Годдарду, который долгими десятилетиями не покладая рук работал в одиночку и внес значительный вклад в развитие, по существу, всех областей современного ракетостроения. Обстоятельство, при котором у него пробудился интерес к этому предмету, поистине удивительно. Осенью 1899 года, будучи тогда студентом-второкурсником, Годдард вскарабкался на вишневое дерево и сидел там без какой-либо определенной цели, попросту глядя вниз на землю. И в этот миг его посетило прозрение: он увидел корабль, готовый доставить людей на Марс. Он решил посвятить свою жизнь этой задаче. Ровно через год он снова влез на дерево и с тех пор взял себе за правило каждый раз 19 октября обязательно вспоминать об этом событии в своей жизни. Интересно, случайно ли, что видение путешествий к иным планетам, давшее толчок нынешним космическим свершениям, явилось именно в ветвях деревьев?

21

Наказание, к которому Бог приговорил змея, состоит в том, что отныне он будет «ходить на чреве своем», и оно предполагает, что до этого момента у змея был иной способ передвижения, что, конечно, совершенно справедливо, поскольку предшественниками змей были четырехногие рептилии, напоминающие драконов. У многих видов змей до сих пор сохранились рудиментарные остатки конечностей их предков.

22

Cherubim – это множественное число. (В английском переводе Библии так и есть, в русском переводе херувим всего один. – *Перев.*) Однако в Книге Бытия (гл. 3, стих 24) говорится об одном пламенном мече. Вероятно, поставки пламенных мечей были ограниченными.

23

На Западе. В других человеческих культурах есть, разумеется, много других мифов, обладающих глубиной и обостряющих интуицию.

24

Поднятая вверх правая рука с открытой ладонью иногда рассматривается как «универсальный» символ доброй воли. Поскольку во все времена человеческой истории оружие носили мужчины, жест этот должен был бы быть – и он на самом деле является таковым – чисто мужским приветствием. Поэтому в ряде других причин на пластинке, которую унес с собой космический корабль «Пионер-10», – первом созданном людьми предмете, покинувшем Солнечную систему, – были нарисованы обнаженные мужчина и женщина, причем мужчина с поднятой вверх правой рукой и открытой в приветствии ладонью (см. рис. 20). В своей книге «Космическая связь» я назвал человеческие фигурки на этой пластинке самой невразумительной частью нашего послания: я не уверен, что существа весьма отличной от нас биологической природы смогут понять значение этого жеста.

25

О том, как в процессе биологической и социальной эволюции формировался человеческий

звуковой язык, можно прочесть в кн.: *Панов Е. Н.* Знаки, символы, языки. М., Знание. 1983. – *Прим. редакции.*

26

Более 183 сантиметров. – *Перев.*

27

Испытываемые нами трудности в понимании животных или в налаживании контакта с ними могут проистекать от нашего нежелания усвоить иные пути общения с миром. Например, дельфины и киты, которые воспринимают окружающую среду с помощью необычайно развитого механизма эхолокации, также общаются друг с другом, используя богатый набор щелкающих звуков, все попытки интерпретировать которые до сих пор не имели успеха. Сейчас проверяется одно остроумное предположение, согласно которому при общении между дельфинами используются те локационные сигналы, что обычно испускаются объектами, про которые идет разговор, но при этом сами «говорящие» их и воссоздают. Таким образом, дельфин не «произносит» слово «акула», а вместо этого издает серию щелчков, соответствующую тому спектру звуковых сигналов, что был бы получен, если бы его локатор был направлен на реальную акулу. Согласно этой гипотезе, основная форма общения между дельфинами – своего рода акустическое звукоподражание, создание звуковых образов, в данном случае акустической карикатуры на акулу. Нетрудно вообразить, как подобный язык движется от конкретных образов к абстрактным идеям, используя нечто похожее на звуковой ребус – аналогично тому, как появлялась человеческая письменность в Месопотамии и Египте. Впоследствии дельфины смогут также строить звуковые образы, пользуясь одним лишь своим воображением, а не прошлым опытом.

28

Прометей, согласно греческой мифологии, дал людям огонь, научил их считать и писать. *Тот* — древнеегипетский бог, изобретатель письма, *Оаннес* — шумерский первочеловек. – *Перев.*

29

Электроэнцефалограф (ЭЭГ) был изобретен немецким физиологом Гансом Бергером для изучения электрической активности мозга. Люди обладают способностью произвольно включать или выключать тот или иной вид электрических волн мозга, например альфа-ритм. Правда, это требует определенной тренировки, но, пройдя ее, человек, подключенный к электроэнцефалографу, который, в свою очередь, соединен с радиопередатчиком, может в принципе посылать достаточно сложные послания, пользуясь своеобразной азбукой Морзе, где вместо точек или тире будут определенные длительности включения альфа-волн мозга. Человеку понадобится лишь научиться соответствующим образом управлять своими мыслями, и вполне вероятно, что метод этот найдет себе практическое применение – например, чтобы наладить общение с больными, перенесшими тяжелый приступ и потому полностью лишенными всяческой двигательной активности. Исторически в электроэнцефалографии сон без сновидения называется «медленноволновым сном», а сон со сновидениями – «парадоксальным сном».

30

В СССР равняется 50 герцам. – *Перев.*

31

Роберт Баккер, палеонтолог из Гарвардского университета, полагает, что, во всяком случае, некоторые из динозавров были теплокровными. Но даже и они, скорее всего, не были так нечувствительны к дневному изменению температуры, как млекопитающие, и выходили «на люди» лишь по ночам.

32

Действительно, птицы, почти наверное, – главные из ныне живущих на Земле наследников динозавров.

33

Естественно, что эпитет «приспособительными» будет иметь подобный смысл лишь в том случае, если его правомочность станет доказанной. – *Прим. редакции.*

34

На Больших Зондских островах – точнее, на Яве – в 1891 году Е. Дюбуа впервые нашел останки Человека прямоходящего с объемом мозга около 1 000 кубических сантиметров.

35

Любопытно отметить, что первый целый череп пекинского человека – Человека прямоходящего, чья жизнь, очевидно, была связана с использованием огня, – был найден в конце 1929 года в Китае, в месте, носящем название «Гора Драконов».

36

Эта часть книги была уже написана, когда я обнаружил сходную идею у Дарвина: «Не следует ли нам предположить, что смутные, но весьма реальные страхи детей, совершенно не зависящие от имеющегося у них опыта, унаследованы от боязни вполне реальных опасностей и опасностей мнимых, существовавших в полном предрассудков сознании древнего дикаря? Это вполне согласуется с тем, что нам известно о преобразовании ранее хорошо развитых черт, которые появляются на ранних этапах жизни, а затем исчезают», как жаберные щели в эмбрионе человека.

37

Dement — по английски означает «сходить с ума», «помешаться», «потерять рассудок». – *Перев.*

38

По современным представлениям, парадоксальный сон со сновидениями необходим для усвоения сложной и эмоционально значимой информации. Поэтому парадоксальный сон лучше представлен у животных с высоко развитой ЦНС, в жизни которых такого рода информация играет важную поведенческую роль. Есть данные о том, что быстрый сон нужен для восстановления поисковой активности, которая обеспечивает адаптацию животных с высокоорганизованной ЦНС к среде, к ее изменяющимся условиям. – *Прим. редакции.*

39

Младенцы могут и не видеть снов, парадоксальный сон на ранних этапах онтогенеза может служить для развития нервных связей между различными отделами мозга. – *Прим. редакции.*

40

Здесь (как, впрочем, и вообще по всей книге) автор недостаточно учитывает, что с развитием центральной нервной системы и возникновением ее более высокоорганизованных структур (неокортекса) функции ее более древних отделов не остаются полностью неизменными, а перестраиваются в том же направлении. Поэтому нельзя проводить полную аналогию между, скажем, сексуальной потребностью и определяемым ею поведением человека и сексуальной потребностью и соответствующим ей поведением, например, кошки, поскольку человек обладает самосознанием и контролирует свое поведение социальными мотивами. – *Прим. редакции.*

41

Перевод с греческого. – *Перев.*

42

В оригинале слово hatband (шляпная лента), обе части которого (hat – шляпа, band – лента) имеют самостоятельное значение. – *Перев.*

43

Часто пишется о том, что употребление марихуаны обостряет наше восприятие и улучшает способности к музыке, танцу, живописи, распознаванию образов и знаков и к несловесному общению. Но, насколько мне известно, нет сведений о том, что употребление ее повышает нашу способность читать и понимать работы Людвиг Витгенштейна или Иммануила Канта, рассчитывать напряжения, действующие в конструкциях мостов, или выполнять преобразования Лапласа. Более того, люди с трудом могут связно изложить свои мысли. Не происходит ли дело таким образом, что ханнабинол (действующее начало марихуаны) ничего не обостряет и ничего не улучшает, а попросту подавляет деятельность левого полушария и тем самым позволяет звездам выйти на небосвод. Подобное состояние может также оказаться причиной медитаций, свойственных приверженцам многих восточных религий.

44

Мне хотелось бы знать, имеет ли какое-либо значение тот факт, что по-латыни, в германских и славянских языках, например, пишут слева направо, а в семитских языках, наоборот, справа налево. Древние греки писали бустрофедоном («как пашут на быках»), то есть слева направо на одной строке, справа налево – на следующей.

45

Совершенно иные обстоятельства вскрываются при изучении другой словесной оппозиции – «черного» и «белого». Несмотря на фразы типа «столь различные, как черное и белое», характерные для английского языка, оба слова имеют одно и то же происхождение. «Черное» восходит к англо-саксонскому «blaese», а «белое» – к англо-саксонскому «blas», которое все еще

входит в активный фонд английского языка в виде родственных слов «blanch», «blank», «bleak» и французского в виде слова «blanc». И «черное» и «белое» имеют одно общее отличительное свойство – отсутствие цвета. Использование одного слова для двух столь разных понятий поражает меня как человека, весьма чувствительного к лексике времен короля Артура.

46

Одно из возможных объяснений, основанных на самых последних данных науки, заключается в том, что у левшей менее четко выражена специализация полушарий мозга, чем у правшей. – *Прим редакции.*

47

Единственные левши среди американских президентов были, насколько известно, Гарри Трумен и Джеральд Форд. Я не знаю, согласуется или не согласуется это с предполагаемой (слабой) взаимосвязью между предпочтительным владением той или иной рукой и функциями обоих полушарий коры головного мозга. Леонардо да Винчи мог бы послужить блестящим примером левши творческого гения.

48

Или движения вниз, как, например, при ходе лифта вниз загорается красная лампочка. Наши предки, жившие на деревьях, обязаны были очень внимательно относиться к понятию «вниз».

49

В защиту пигмеев, быть может, мне следует заметить, что мой друг, проживший среди них некоторое время, рассказывал, как пигмеи готовят себя к выслеживанию зверей и охоте на них, что требует терпения и выдержки, недоступных для любого существа, развитого более, чем дракон Комодо. Чтобы суметь вынести подобное напряжение, пигмеи опьяняют себя марихуаной. Марихуана, говорил мой друг, это единственное растение, которое культивируют пигмеи. Было бы в высшей степени забавно, если бы вдруг выяснилось, что возделывание марихуаны исторически предшествовало земледелию вообще, а затем привело к созданию цивилизации. Опьяненного марихуаной пигмея, застывшего с поднятым над головой копьем для ловли рыбы, усердно копируют вдыхающие пьяные солдаты, которые каждый День благодарения терроризируют американские пригороды, шатаясь по прилегающим к ним рощам.

(Марихуана – не растение, а наркотик, добываемый из определенного вида растений. – *Перев.*)

50

«Out of sight, out of mind» – английская поговорка, примерно соответствующая нашей «С глаз долой – из сердца вон». Однако первая часть английской поговорки может быть переведена как «исчезнувший из виду, вне видимости», а вторая – как «лишенный разума». Отсюда и буквальный перевод, данный машиной, – «Invisible idiot», то есть «невидимый идиот». – *Перев.*

51

Таково было положение в конце семидесятых годов. – *Перев.*

52

Интерактивная программа – это программа, работающая в режиме диалога с человеком. – Перев.

53

Согласно римскому историку Тациту, египтяне передали свое знание алфавита финикийцам, «которые, владея морями, перенесли его в Грецию и пользовались славой открывателей того, что они всего лишь заимствовали». Согласно легенде, алфавит появился в Греции вместе с Кадмием, властителем Тира, который искал свою сестру Европу, похищенную на остров Крит Зевсом, владыкой над богами, принявшим временно облик быка. Чтобы защитить Европу от тех, кто попытался бы вновь похитить ее и вернуть в Финикию, Зевс распорядился, чтобы был изготовлен бронзовый робот, который, лязгая на ходу, расхаживал по Криту, поворачивая вспять или попросту топя все приближающиеся к острову суда. Кадмий, однако, находился совсем в другом месте – он безуспешно разыскивал свою сестру в Греции, а в это время дракон проглотил всех его людей. Впоследствии Кадмий убил дракона и в соответствии с инструкциями, полученными от богини Афины, посеял зубы дракона вдоль борозд вспаханного поля. Каждый зуб превратился в воина, и Кадмий вместе со своими людьми основал Фивы, первый цивилизованный греческий город с тем же названием, что и одна из двух столиц Древнего Египта. Любопытно обнаруживать в одной легенде рассказ об изобретении письменности, основании греческой цивилизации, первое из известных упоминание об искусственном интеллекте и о нескончаемой войне между людьми и драконами.