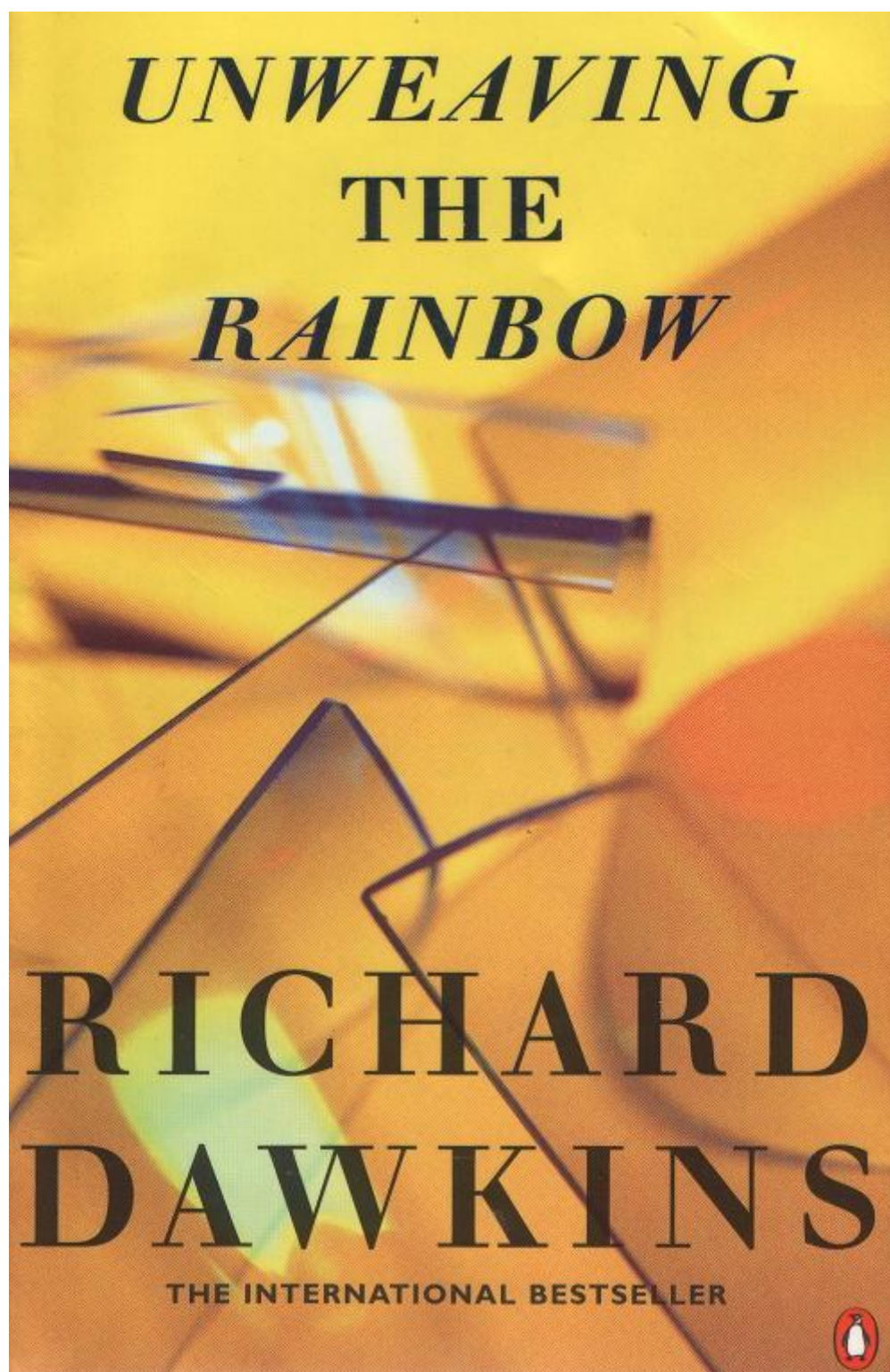


Ричард Докинз  
Расплетая радугу: наука, заблуждения и тяга к чудесам



Ричард Докинз  
РАСПЛЕТАЯ РАДУГУ

Предисловие

Иностранный издатель моей первой книги признавался, что он не мог заснуть три ночи после ее прочтения, столь беспокоила его, эта холодная гнетущая идея. Другие спрашивали меня, как я вообще могу просыпаться по утрам. Учитель из одной отдаленной страны укоризненно писал мне, что его ученица пришла к нему в слезах после прочтения той же самой книги, потому что та убедила ее, в пустоте и бессмысленности жизни. Он посоветовал ей не показывать книгу друзьям, дабы не заразить и их той же самой нигилистической безысходностью. В науку вообще очень часто бросаются подобными обвинениями в холодном обездушивании, в пропаганде сухих и безрадостных идей, а ученые нередко им потакают. Мой коллега Питер Аткинз начинает свою книгу «Второй закон» (1984) в таком ключе:

Мы – дети хаоса, и все изменения в конечном итоге ведут к распаду. По сути, существуют лишь разложение и неудержимый поток хаоса. Не существует цели; все что есть, это – направление. Это безысходность, которую мы вынуждены принять, вглядываясь глубоко и беспристрастно в самое сердце Вселенной.

Но не надо путать такое весьма подобающее изгнание слащавой ложной цели, такую похвальную строгость мышления в развенчивании космической сентиментальности с потерей личной надежды. По-видимому, действительно нет никакой цели в окончательной судьбе космоса, но действительно ли каждый из нас, так или иначе, связывает надежды нашей жизни с окончательной судьбой космоса? Конечно, нет, если мы в здравом уме. Нашими жизнями управляют всевозможные более близкие, более теплые, человеческие амбиции и представления. Обвинение науки в краже у жизни тепла, которое дает смысл жизни столь нелепо ошибочно, столь диаметрально противоположно моим собственным чувствам и чувствам большинства практикующих ученых, что почти доводит меня до того отчаяния, в котором меня ошибочно подозревают. В этой книге я предложу более положительную реакцию, обращающуюся к чувству удивительного в науке, поскольку печально думать, сколько теряют эти жалобщики и отрицатели. Это – одна из тех вещей, которые покойный Карл Саган делал столь здорово, и в которых его, к сожалению, недостает. Чувство благоговейного изумления, которое может дать нам наука, это одно из величайших переживаний на которые способен человеческий дух. Это глубокая эстетическая страсть в ряду лучшего, что музыка и поэзия может доставить. Это действительно одна из тех вещей, которые делают жизнь стоящей, и наука делает это, разве что, более эффективно, если убеждает нас, что время, которое у нас есть для жизни, ограничено.

Эта книга обязана своим названием Китсу, считавшему, что Ньютон уничтожил всю поэзию радуги, разложив ее на основные цвета. Китс едва ли мог быть более неправ, и моя цель состоит в том, чтобы привести всех, кто соблазнен подобным представлением, к противоположному заключению. Наука является, или должна быть, вдохновением для большой поэзии, но я не обладаю талантом убедительно доказывать с помощью иллюстраций и должен полагаться, вместо этого, на более прозаическое убеждение. Несколько названий глав заимствованы у Китса; читатели могут также опознать редкую полуцитату или ссылку, вплетенную в текст, на него (так же, как на других). Они здесь как дань его чувствительному гению. Китс был более симпатичной личностью, чем Ньютон, и его тень была одним из воображаемых рецензентов, глядевших через мое плечо, когда я писал.

Расплетение Ньютоном радуги привело к спектроскопии, которая сыграла важную роль в большей части того, что мы знаем сегодня о космосе. И сердце любого поэта, достойного звания Романтика, не могло бы не подпрыгнуть, если бы он созерцал вселенную Эйнштейна, Хаббла и Хокинга. Мы читаем его структуру через фраунгоферовы линии – «штрихкоды в звездах» – и их сдвиги вдоль спектра. Образ штрихкодов переносит нас совсем к другому, но столь же интригующему, царству звука («штрихкоды в воздухе»); а затем к фингерпринту ДНК («штрихкоды в суде»), которые предлагают возможность поразмышлять над другими аспектами роли науки в обществе.

В том, что я называю «разделом заблуждений» книги, «Одураченные сказками» и «Расплетая необъяснимое», я обращаюсь к тому обычно суеверному народу, кто менее возвышен, чем поэты, защищающие радугу, кто наслаждается тайной и чувствует себя обманутыми, если она объяснена. Они – те, кто любит хороший рассказ о привидениях, чей разум жадно хватается за полтергейсты или чудеса всякий раз, когда случается что-нибудь хоть немного странное. Они никогда не упускают возможности процитировать гамлетовское

Есть многое в природе, друг Горацио,  
Что и не снилось нашим мудрецам.

и ответ ученых («Да, но мы над этим работаем») несколько их не устраивает. Для них объяснить хорошую тайну означает уничтожить удовольствие, точно так же, как некоторые романтические поэты думали об объяснении Ньютоном радуги.

Редактор журнала «Скептик», Майкл Шермер, рассказал дельную историю о том, как он публично разоблачил одного знаменитого телеэкстрасенса. Тот человек применял стандартные трюки фокусников, уверяя наивную публику, будто он может общаться с духами умерших. Но вместо того, что бы осудить разоблаченного шарлатана, публика обрушилась на разоблачителя, поддержав женщину, обвинившую его в «недостойном» поведении за разрушение людских иллюзий. Ей бы, поблагодарить, за снятие пелены с глаз, но с пеленой ей, очевидно, привычнее. Я полагаю, что упорядоченная вселенная, безразличная к заботам людей, в которой все имеет объяснение, даже если пройдет много времени, прежде чем мы его обнаружим, более красивое, более замечательное место, чем вселенная, облаченная в капризное, создаваемое специально для каждого случая волшебство.

Паранормализм можно было бы назвать злоупотреблением законным ощущением поэтического чуда, которое должна питать настоящая наука. Различные опасности происходят от того, что можно назвать плохой поэзией. Глава об «Огромном туманном символе высокой романтики» предупреждает против оболыщения плохой поэтической наукой; против очарования обманчивой риторики. Как пример, я смотрю на одного коллегу в моей собственной области, чей образный стиль дал ему несоответствующий – и я полагаю, злополучный – авторитет в американском понимании эволюции. Но преобладающий лейтмотив книги – в защиту хорошей поэтической науки, под которой я, конечно, подразумеваю не науку, написанную в стихе, а науку, вдохновленную поэтическим чувством удивления.

Последние четыре главы пытаются, с учетом четырех других, но взаимосвязанных тем, дать понять, что могли бы сделать поэтически вдохновленные ученые, более талантливые чем, я. Гены, несмотря на «эгоистичность», должны также быть «кооперирующимися» – в смысле Адама Смита (и поэтому глава «Эгоистичный кооператор» открывается цитатой Адама Смита, хотя, признаться, не по этой теме, а о самом чуде). Гены видов можно представить как описание предковых миров, «Генетическую Книгу Мертвых». Подобным образом мозг «заново сплетает мир», строя своего рода «виртуальную реальность», непрерывно обновляемую в голове. В «Воздушном шаре разума» я размышляю о происхождении наиболее уникальных особенностей нашего собственного вида и возвращаюсь, наконец, чтобы задаваться вопросом о самом поэтическом импульсе и роли, которую он, возможно, играл в нашей эволюции.

Компьютерное программное обеспечение движет новый Ренессанс, и некоторые из его творческих гениев являются благотворителями и одновременно и по праву – людьми в стиле Ренессанса. В 1995 году Чарльз Симони из Microsoft учредил новый профессорат популяризации науки в Оксфордском университете, и я был первым назначен на эту должность. Я благодарен доктору Симони, наиболее очевидно за его прозорливое великодушие по отношению к университету, с которым он прежде не имел никакой связи, но также и за его образное видение науки и то, как она должно передаваться. Это было красиво высказано в его письменном обращении к Оксфорду будущего (он учредил профессорат

навечно, все же характерным образом тщательно избегал недоверчивой мелочности юридического языка), и мы время от времени обсуждали эти вопросы, с тех пор как стали друзьями после моего назначения. «Расплетая радугу» можно считать моим вкладом в диалог и моей вступительной декларацией как заведующего кафедрой Симони. И если «вступительной» звучит немного неуместно после двух лет работы, я, возможно, могу позволить себе снова процитировать Китса:

И Вы, друг Чарльз, должны меня понять,  
Что Вам не смог ни строчки написать.  
Поскольку мои мысли не всегда понятны,  
Классическим ушам они не столь приятны.

Однако основная особенность книги – что ее написание занимает больше времени, чем написание газетной статьи или лекции. Пока она вынашивалась, из нее возник ряд других книг и радиопрограмм. Я должен признаться в этом сейчас, на случай, если некоторые читатели кое-где узнают отдельные разделы. Я впервые публично использовал название «Расплетая радугу» и тему непочтительности Китса к Ньютону, когда я был приглашен дать Лекцию Ч. П. Сноу в 1997 году кембриджским Колледжем Христа, бывшим колледжем Сноу. Хотя я явно не поднимал его тему Двух Культур, она, очевидно, имела отношение к данному вопросу. Более того, существует Третья Культура Джона Брокмана, который также был полезен в совсем другой роли, в качестве моего литературного агента. Подзаголовок «Наука, иллюзия и жажда чуда» был названием моей Лекции Ричарда Димблби 1996 года. Некоторые разделы из более раннего варианта этой книги появились в виде телевизионных лекций Би-Би-Си. Также в 1996 году я представил одночасовой телевизионный документальный фильм на Четвертом канале «Преодоление барьера науки». Это было по теме науки в культуре, и некоторые из сопутствующих идей, развитых в обсуждениях с Джоном Го, продюсером, и Саймоном Рэйкесом, режиссером, повлияли на эту книгу. В 1998 году я включил некоторые отрывки из книги в мою лекцию серии «Звуки столетия», передававшейся Радио Би-Би-Си 3 из Квин Элизабет-Холла в Лондоне. (Я благодарен своей жене за название моей лекции «Наука и чувственность» и не совсем представляю, как относиться к факту, что оно уже было позаимствовано не где иначе как из журнала из супермаркета.) Я также использовал разделы из книги в статьях, заказанных «Индепендент», «Санди Таймс» и «Обсервером». Когда в 1997 году я был удостоен Международной Премии Космея, я выбрал название «Эгоистичный кооператор» для моей призовой лекции, данной и в Токио, и в Осаке. Части лекции были переработаны и расширены в главе 9, имеющей такое же название. Части главы 1 появились в моих Рождественских лекциях Королевского института.

Книге очень помогла конструктивная критика более раннего варианта, высказанная Майклом Родджерсом, Джоном Кэйталаном и Лордом Биркеттом. Майкл Биркетт стал моим идеальным эрудированным неспециалистом. Его ученое остроумие само по себе доставляет удовольствие своими критическими комментариями. Майкл Родджерс был редактором моих первых трех книг, и, по моему желанию и при его великодушии, в последних трех он также играл важную роль. Я хочу поблагодарить Джона Кэйталану, не только за его полезные комментарии к книге, но за <http://www.spacelab.net/~catalj/home.html>, чье совершенство – не имеющее ко мне никакого отношения – будет очевидно всем, кто туда зайдет. Штефан Мкрат и Джон Радзивикз, редакторы издательств Penguin и Houghton Mifflin соответственно, предоставили терпеливую поддержку и грамотные советы, которые я высоко оценил. Салли Холлоуей неустанно и бодро работала над заключительным техническим редактированием. Спасибо также Ингрид Томасу, Бриджит Маскетт, Джеймсу Ранди, Николасу Давису, Дэниелу Деннетту, Марку Ридлею, Алану Грейфну, Джульетте Докинс, Энтони Наттолу и Джону Бачелору.

Моя жена, Лала Вард, десятки раз критиковала каждую главу в различных вариантах, и

при каждом чтении мне помогало ее актерское ухо, чувствительное к языку и его интонациям. Всякий раз, когда у меня были сомнения, она верила в книгу. Ее пронизательность сплотила ее, и я не закончил бы книгу без ее помощи и поддержки. Я посвящаю ее ей.

## 1. Усыпляющая обыденность

*Жить – само по себе величайшее чудо.*

**Мервин Пик «Стеклодувы» (1950)**

Мы все умрем, и в этом заключается наше везение. Большинство же людей никогда не умрет, просто потому что они никогда и не родятся. Потенциальные люди, которые могли бы быть здесь, на моем месте, но которые фактически никогда не увидят дневного света, численностью превышают песчинки Аравии. Наверняка среди этих нерожденных призраков есть поэты более великие чем Китс и ученые превосходящие Ньютона. Мы это знаем потому, что число возможных комбинаций нашей ДНК намного превышает число реально существующих людей. Но вопреки этой ошеломляющей невероятности, мы с вами, тем не менее здесь во всей своей заурядности.

Моралисты и богословы придают огромное значения моменту зачатия, видя в нем тот самый миг, когда зарождается душа. Если, как и я, вы далеки от подобных разговоров, вы всё равно должны проявить внимание к этому редкому моменту за девять месяцев до вашего рождения, как к наиболее решающему событию в вашей судьбе. Это тот момент, в который появление вашего сознания внезапно стало в триллионы раз более предсказуемо чем долей секунды ранее. Конечно вас в виде эмбриона, который начал свое существование, всё ещё могли поджидать бесчисленные трудности, не позволившие бы развиваться. Большинство оплодотворённых яйцеклеток прекращают своё существование даже раньше чем их матери узнают, что таковые были, а мы были достаточно удачливы чтобы пережить это. Не только гены имеют значение для личности, как показывают нам однайцевые близнецы (которые разделяются после момента оплодотворения). И все же мгновение, когда конкретный сперматозоид проник в конкретную яйцеклетку, на ваш личный ретроспективный взгляд, было ошеломляюще неповторимым моментом. Это был тот момент, после которого шансы того, что вы не станете личностью, из астрономических упали до небольших чисел.

Эта лотерея начинается еще до нашего зачатия. Ваши родители должны были встретиться, а факт зачатия каждого из них такой же невероятный как и ваш. И так далее, через четырёх ваших прабабушек и прадедушек, восьмерых прапрабабушек и прапрадедушек, до тех времён о которых никто и не вспоминает. Десмонд Моррис начал свою автобиографию *Animal Days* (1979) с шокирующего заявления:

Всё началось с Наполеона. Не будь его, я бы не сидел и не писал эти строки... поскольку именно одно из его пушечных ядер, выпущенное в ходе войны на Пиренейском полуострове, оторвало руку моему прапрадеду, Джеймсу Моррису, и изменило весь ход истории моей семьи.

Моррис рассказывает, как его предок был вынужден сменить род деятельности и эффектом домино это привело к его собственной заинтересованности естественной историей. Но теперь ему не нужно волноваться об этом. Никаких «могло быть» не осталось. Ну, конечно, он в долгу за факт своего существования перед Наполеоном. Как и я, как и вы. Стоило Наполеону не отстрелить руку Джеймсу Моррису, это поставило бы крест на судьбе молодого Десмонда, и на вашей и на моей тоже. Не только Наполеон, но и обычный средневековый крестьянин мог бы чихнуть, и это привело к незначительным изменениям, которые в результате цепной реакции привели бы к тому, что один из ваших вероятных предков не стал бы таковым, а стал бы предком кого-то другого. Я не говорю о «теории

хаоса», или другой модной «теории сложности», а просто об обычной статистике вероятностей. Нить исторических событий, на которую подвешено наше существование, пугающе тонка.

Вот как сравню я, о король, земную жизнь человека с тем временем, что неведомо нам. Представь, что в зимнюю пору ты сидишь и пируешь со своими приближенными и советниками; посреди зала в очаге горит огонь, согревая тебя, а снаружи бушуют зимний ветер и вьюга.

И вот через зал пролетает воробей, влетая в одну дверь и вылетая в другую. В тот краткий миг, что он внутри, зимняя стужа не властна над ним; но тут же он исчезает с наших глаз, уносясь из стужи в стужу. Такова и жизнь людская, и неведомо нам, что будет и что было прежде.

**Бе** да Достопочтенный, Церковная история английского народа (731),  
(перевод: В. В. Эрлихман)

Это другой момент с которым нам повезло. Возраст вселенной более сотни миллионов веков. За сопоставимое время солнце раздуется до красного гиганта и поглотит землю. Каждый век из сотен миллионов прошедших или будущих, был или станет «нынешним веком». Любопытно, некоторые физики не любят идею «двигающегося настоящего», считая его субъективным явлением, которому нет места в их уравнениях. Но довод, который я привожу, является субъективным. Как это представляется мне, я полагаю и вам тоже, что настоящее движется от прошлого к будущему, как маленькое пятнышко света, медленнодвигающееся по огромной линейке времени. Всё что позади пятна – темнота, мрак умершего прошлого. Всё что впереди пятна – мрак неизвестного будущего. Вероятность того что век вашей жизни окажется внутри пятна света, такая же, как и вероятность что монетка брошенная из случайного места приземлится на муравья ползущего по дороге где-то между Нью-Йорком и Сан-Франциско. Другими словами, умопомрачительно вероятно что вы – мертвы.

Несмотря на эти вероятности, как видите, вы на самом-то деле – живы. Люди которых пятно света уже прошло, и люди до которых оно ещё не дошло, не в состоянии читать книгу. Я также счастлив быть в состоянии написать её, несмотря на то, что меня может уже не быть, когда вы прочтёте эти строки. В самом деле, я даже надеюсь, что буду мёртв, когда вы будете читать эти строки. Не поймите меня неправильно. Я люблю жизнь, и я надеюсь прожить долго, но любой автор хочет чтобы его работа достигла как можно большего круга читателей. Поскольку численность населения в будущем, вероятно, намного превысит число моих современников, я могу только надеяться, что буду мертв, когда вы увидите эти строки. Это, выходит, не более чем надежда на то, что моя книга не скоро выйдет из печати, в шутовском выражении. Но пока я пишу, я вижу что мне повезло быть живым, как и вам.

Мы живём на планете, которая почти совершенно подходит для нашей жизни: не слишком жаркая и не слишком холодная, любезно согреваемая солнцем, мягко омываемая водой; осторожно вращающаяся, зелёная и золотая, праздник урожая на планете. Да, и увы, тут есть пустыни и трущобы; можно обнаружить голод и мучительные страдания. Но давайте сравним.

По сравнению с большинством планет это рай, а часть Земли является раем по любым стандартам. Каков шанс что случайно выбранная планет будет обладать этими дружелюбными условиями? Даже по самым оптимистичным подсчётам шанс будет меньше чем один на миллион.

Представьте себе космический корабль, заполненный спящими исследователями, замороженными вероятными колонистами каких-то далёких миров. Может быть корабль летит с отчаянной миссией сохранить вид до того как неотвратимая комета, вроде той, что погубила динозавров, поразит родную планету. Путешественники впали в заморозку, трезво оценив вероятность, что их корабль когда-либо встретит планету пригодную для жизни. Если пригодна только одна из миллиона планет, а перелёт от одной звезды до следующей



занимает века, то навряд ли кораблю удастся найти подходящую одинокую гавань для своего спящего груза.

Но представьте, что корабельному роботу пилоту невообразимо повезло. После миллионов лет, корабль нашёл планету пригодную для поддержания жизни: планету с постоянной температурой, купающуюся в тёплом солнечном свете, освежаемая кислородом и водой. Пассажиры, люди далёкого прошлого, пробудились и вышли на свет. После миллионов лет сна, новая плодородная земля, сочная планета с тёплыми пастбищами, искрящиеся ручьи и водопады, щедрый мир с животными, зелёное счастье для пришельцев. Наши путешественники выходят остолбеневшие, не способные поверить необычному чувству собственной удачи.

Как я сказал, эта история требует слишком много удачи; она никогда не произойдёт. Но разве это не тоже самое что случилось с каждым из нас? Мы проснулись после миллионов лет сна, вопреки астрономическим вероятностям. Правда мы прибыли не на космическом корабле, мы появились посредством рождения, и мы не ворвались в этот мир в сознании, а накопили понемногу накопили знания, пройдя через детство. Тот факт что мы медленно постигали наш мир, а не внезапно открыли его, не должен умалять его чудесности.

Конечно я немного плутую с идеей удачи, поставив телегу перед лошадью. Отнюдь не случайно наша форма жизни обнаружила себя на планете, температура, осадки и всё остальное на которой исключительно подходящи. Если бы планета подходила для иной формы жизни, то иная форма жизни и возникла бы здесь в результате эволюции. Но как отдельные личности мы всё же весьма благословенны. Удостоены чести, и не просто чести наслаждаться нашей планетой. Более того, нам дарована возможность понять, почему наши глаза открыты и почему они видят, то что видят, за то короткое время пока они не закроются навсегда.

Здесь, видится мне, лежит ответ этим мелочным скрягам, которые всегда спрашивают, какая польза от науки. По рассказам неизвестного автора, Майкла Фарадея спросили, какая польза от науки. «Сэр, – ответил Фарадей, – а какая польза от новорожденного ребёнка?». Для Фарадея (или Бенжамина Франклина, или кого ещё) очевидно, что ребёнок, возможно бесполезен в настоящем, но обладает великим потенциалом в будущем. Сейчас я склонен думать, что он имел в виду и кое-что ещё: Какая польза производить на свет ребёнка, если единственное что он будет делать в своей жизни – это работать, чтобы жить дальше? Если всё оценивать по критерию «полезности», то это полезно для того чтобы продолжать жить, то есть мы пришли к порочному кругу. Должны быть ещё какие-то ценности. По крайней мере часть жизни должна быть посвящена проживанию этой жизни, а не только работе, чтобы предотвратить ее прекращение. Этим мы оправдываем расход денег налогоплательщиков на искусства. Это одно из оправданий, предложенных к месту в пользу сохранения редких видов и красивых зданий. Так мы отвечаем тем варварам, которые думают что дикие слоны и памятники архитектуры следует сохранять, только если они «окупают себя». Наука – то же самое. Конечно, наука окупает себя, конечно, она полезна. Но это не всё.

После сна длиной в сотни миллионов веков, мы, наконец, открыли глаза на шикарной планете, сверкающей цветами, богатой жизнью. В течении нескольких десятилетий мы должны будем закрыть глаза снова. Это ли не благородный, просвещенный путь посвятить наше короткое время под солнцем работе над пониманием вселенной и того, как мы в ней оказались? Вот как я отвечаю, когда меня спрашивают, зачем я утруждаюсь вставать по утрам с постели. Если выразить это наоборот, то не печально ли сойти в могилу, никогда не узнав, почему был рожден? Кто при такой мысли не выскочит из постели, в жажде продолжить открывать мир и наслаждаться быть частью его?

Поэтесса Кэтлин Райн, читавшая естественные науки в Кембридже и специализировавшаяся на биологии, нашла схожее утешение как молодая женщина, несчастная в любви и отчаянно ищущая облегчения от сердечных мук:

Со мной заговорило небо внятным языком,  
Что ближе сердца был, и как любовь знаком,  
Сказав душе: – Владеешь тем, чем грезила тайком!

– Узнай, что в этот мир сошла ты вместе с ними:  
Ветрами, облаками, звездами и волнами морскими,  
С жильцами чащи. Вот твоя природа, твое имя.

– Воспрянь же сердцем, страх навек спалив!  
В могиле дремлешь, или дышишь воздухом земли,  
Ты этот мир с цветком и тигром смело раздели.

**Кэтлин Райн «Страсть» (1943)(перевод Ермакова Э. Ю.)**

Вот усыпляющая обыденность, успокоительная заурядность, которая притупляет чувства и скрывает чудо бытия. Тем из нас, кто не наделен даром поэзии, стоит хотя бы время от времени попытаться сбросить анестезию. Как лучше всего использовать весь опыт приобретённый на пути нашего постепенного выползания из детства? Мы не можем по-настоящему полететь к другой планете. Но мы можем заново поймать то утраченное чувство обладания жизнью в новом мире, взглянув на наш собственный мир необычным способом. Соблазнительно использовать простые примеры вроде розы, или бабочки, но давайте сразу окунёмся в глубокий омут. Я помню как-то давно я посетил лекцию биолога, работающего с осьминогами и родственными им кальмарами и каракатицами. Он начал с объяснения прелести этих животных. «Смотрите, – сказал он, – они – Марсиане. Вы когда-нибудь наблюдали как кальмар меняет цвет?»

Телевизионные изображения иногда отображаются на гигантских светодиодных табло. В отличие от люминесцентного экрана, через который электронный луч бежит из стороны в сторону, светодиодные экраны – это большой массив маленьких огоньков, управляемых независимо. Каждый огонёк индивидуально зажигается или тухнет, так что из далека вся матрица выглядит как целоедвигающееся изображение. Кожа кальмара работает подобно светодиодному экрану. Вместо огоньков, кожа кальмара усажена тысячами маленьких мешочков заполненных чернилами. У каждого из мешочков есть своя маленькая мышца, сжимающая его. Подобно марионетке, дергая за нити, идущие к каждой из этих мышц, нервная система кальмара может управлять формой и, следовательно, видимостью каждого чернильного мешочка.

В теории, если подключить провода к нервным окончаниям, ведущим к отдельным чернильным точкам, и электрически возбуждать через компьютер, вы сможете воспроизвести кино с Чарли Чаплиным на коже кальмара. Сам кальмар этого не сделает, но его мозг управляет окончаниями точно и быстро, и движущиеся рисунки на его коже достойны восхищения. Цветные волны бегут по поверхности, как облака в ускоренном фильме; рябь и вихрь проносятся по живому экрану. Животное таким выражает свои меняющиеся эмоции весьма быстро: тёмно-коричневый в одну секунду, мертвецки-бледный в другую, быстро меняющиеся пересечения рисунков из полос и точек. В сравнении с тем как он меняет цвет, хамелеоны – просто дилетанты в этой игре.

Американский нейробиолог Вильям Кальвин (William Calvin) один из тех, кто серьёзно задумывается над тем что такое мышление само по себе. Он, как и другие до него, придерживается идеи, что мысли не располагаются в какой-то определённой части мозга, а являются перемещающимся узором активности на поверхности, элементы вовлекающие соседние элементы в совокупности образуют одну мысль, конкурируя, в стиле дарвинизма, с другой группой – группой, думающей другую мысль. Мы не видим этих движущихся узоров, но, возможно, увидели бы, если б нейроны светились в моменты активности. Мне представляется, что кора головного мозга тогда бы была похожа на поверхность тела кальмара. Думает ли кальмар своей кожей? Когда кальмар внезапно меняет свой цветовой



узор, мы полагаем что это проявление смены настроений, для оповещения другого кальмара. Смена цветов говорит что кальмар переменял настроение с агрессивного, например, на испуганное. Естественно предположить, что изменения настроений происходят в мозге, и влекут изменение цвета, как видимое проявление внутренних мыслей, выведенное наружу для нужд коммуникации. Я бы пофантазировал, что мысли кальмара находятся нигде иначе, как на его коже. Если кальмары думают кожей, то они ещё больший «Марсиане», чем думает мой коллега. Даже если это слишком натянутое предположение (а так и есть), вид этих волнообразных изменений цвета вполне чуждое, чтобы вытряхнуть нас из усыпляющей привычности.

Кальмары не единственные «марсиане» на пороге нашего дома. Подумайте о гротескных лицах глубоководных рыб, подумайте о пылевых клещах, которые были бы куда страшнее, не будь они такими маленькими; подумайте о китовых акулах, просто страшных. Подумайте о хамелеонах, с их языками, выстреливаемыми подобно катапульте, вращающимися турелями глаз, и холодной медленной поступью. Или же мы можем обнаружить этот «странный другой мир», просто хорошенько взглянув на самих себя, на клетки, из которых состоят наши тела. Клетка – это не просто мешок с жидкостью. Она заполнена сплошными структурами, лабиринтами запутанно сложенных мембран. В теле человека около 100 триллионов клеток, а общая площадь мембранных структур внутри каждого из нас, превышает 80 гектаров. А это размер приличной фермы.

Что же все эти мембраны делают? Кажется будто они просто набивают собой нутро клеток, но это не всё что они делают. Большая часть упомянутой площади – это химические заводы, с двигающимися конвейерными лентами, сотнями стадий в каскаде, каждая переходит в следующую в строго определённой последовательности, а всё вместе управляется быстро вращающимися химическими шестернями. Цикл Кребса – это шестерня с девятью зубцами, которая в значительной степени ответственна за производство энергии для нас, делающая до сотни оборотов в секунду, повторенное сотни раз в каждой клетке. Химические шестеренки этого механизма сосредоточены в митохондриях – крошечных органоидах, которые подобно бактериям самостоятельно размножаются внутри наших клеток. Как мы увидим, принято считать, что митохондрия, со всеми другими жизненно необходимыми структурами клетки, не только похожа на бактерию, а является потомком древней бактерии, которая миллиарды лет назад даровала нам свободу. Каждый из нас – это город из клеток, а каждая клетка – это городок из бактерий. Вы – гигантский мегаполис бактерий. Разве это не приподнимает усыпляющую завесу?

Микроскопы помогают нашему разуму пробиться сквозь непривычные галереи клеточных мембран, а телескопы поднимают нас к далёким галактикам. Другой способ отойти от сна – вернуться в нашем воображении в далёкое прошлое. Нам препятствует нечеловеческий возраст окаменелостей. Мы находим трилобита, и книги говорят нам что его возраст составляет 500 миллионов лет. Но мы не в состоянии постичь такой возраст, но в этой попытке есть страстное удовольствие. Наши мозги эволюционировали чтобы понимать временные масштабы нашего собственного времени жизни. Мы легко понимаем секунды, минуты, часы, дни и годы. Можем справиться и с веками. Но стоит нам столкнуться с тысячелетиями – и вот у нас уже мурашки по коже. Эпические мифы Гомера, предания о греческих богах, Зевсе, Аполлоне и Артемиде, еврейские герои Авраам, Моисей и Давид, их жуткий бог Яхве, древние Египтяне и бог Солнца, Ра, они вдохновляют поэтов и бросают нас в чувство безмерной древности. И вот мы словно вглядываемся сквозь зловещую мглу в странные отголоски старины. Однако в сравнении с нашим трилобитом, все эти древности нельзя принять даже за вчерашний день.

Было предпринято много попыток проиллюстрировать это, я предлагаю еще одну. Давайте запишем историю года на одном листе бумаги. Для подробностей тут места маловато. Это примерный эквивалент предновогоднего газетного обзора важнейших событий за год. Каждый месяц занимает примерно пару предложений. А на другом листе запишем историю предыдущего года. И вот так на каждый год по странице, с кратким

описанием важнейших событий. Сошьем эти страницы в книгу. «История упадка и разрушения Римской империи» Гиббона охватывает период примерно в 13 веков, она содержит 6 томов по 500 страниц каждый. так что она написана примерно в тех пропорциях о которых мы говорим.

Еще одна чертова толстая амбарная книга!  
Всё строчат и строчат и строчат! Как там его? Мистер Гиббон?  
*Уильям Генри, герцог Глостерский (1829)*

Роскошный том *Оксфордского Словаря цитат* (1992), из которого я только что привел это высказывание, сам по себе «толстенный и увесистый кирпич», и его размера как раз хватило бы, чтобы привести нас во времена королевы Елизаветы I. У нас есть приблизительное мерило времени, 4 дюйма, или 10 см толщи книги для истории одного тысячелетия. Определив наше мерило, давайте отправимся в чуждый мир далёкого времени. Кладём книгу ближайшего прошлого на землю, затем складываем поверх неё книги прошлых веков. Мы стоим около этого столба из книг как живая мерка. Если мы хотим почитать про Иисуса, мы должны выбрать том в 20 см от земли, чуть выше лодыжки.

Известный археолог откопал воина бронзового века с прекрасно сохранившимся шлемом, и радостно воскликнул: «Я взглянул в лицо Агамемнона». Он испытывал поэтическое благоговение перед своим проникновением в сказочную античность. Чтобы найти Агамемнона в нашей книжном столбе, вам надо пригнуться на уровень половины голени. Где-то поблизости, вы сможете отыскать Петра («Красно-розовый город – лишь вдвое младше самого времени»)(John William Burgon «Petra»), Озимандию, короля королей («Взгляните на мои великие деянья, Владыки всех времен, всех стран и всех морей»)(P. Shelley, «Ozymandias») и то загадочное чудо древнего мира – Висячие Сады Семирамиды. Дни Ура Халдейского и Урука, города легендарного героя Гильгамеша, были немного ранее, и вы найдёте историю их основания чуть выше своих ног. Где-то поблизости старейшая дата всего, согласно архиепископу 17го века Джеймсу Ушеру, который вычислил 4004 год до нашей эры, как дату сотворения Адама и Евы.

Приручение огня было переломным моментом в нашей истории, от которого произрастает большинство технологий. Как высоко в нашей стопке книг находится страница с записью об этом эпическом открытии? Ответ удивителен, если вспомните, что вы смогли бы удобно усесться на кипе книг, охватывающих всю записанную историю. Археологические находки показывают, что огонь был открыт нашими предками *Homo erectus*, хотя мы не знаем, был ли огонь добыт, или его просто переносили и использовали.

У них был огонь около полумиллиона лет назад, в нашей аналогии, чтобы прочесть книгу с записью об этом открытии, вам пришлось бы взобраться на уровень несколько выше, чем Статуя Свободы (высота Статуи Свободы с пьедесталом – 93 метра – прим. пер.) Головокружительная высота, особенно, если учесть что первое упоминание о Прометее, легендарном носителе огня, находится ниже ваших колен в стопке книг. Чтобы почитать про Люси и наших предков австралопитеков, вам потребуется взобраться выше любого здания в Чикаго. Биография общего для нас с шимпанзе предка, была бы записана в книге помещённой на вдвое большей высоте.

Но мы только начали свой путь назад к трилобиту. Какой должна быть стопка книг, чтобы вместить страничку, где поверхностно воспета жизнь и смерть этого трилобита в неглубоком Кембрийском море? Ответ – около 56 километров или 35 миль. Мы не имеем дел с такими высотами. Вершина горы Эверест менее 9 км над уровнем моря. Мы можем получить некоторое представление о возрасте трилобита, если опрокинем стопку на 90 градусов. Представьте книжную полку в три раза длиннее острова Манхеттен, уставленную томами размером с «разрушение и упадок» Гиббона. Прочитать весь путь к трилобиту, с одной только страничкой на каждый год, будет труднее чем выверить все 14 миллионов томов Библиотеки Конгресса. Но даже трилобит молод, в сравнении с жизнью как таковой. О древней химической жизни первых живых существ, общих предков для трилобитов,

бактерий и нас, записано в первом томе нашей саги. Первый том находится в конце марафонской полки. Вся полка растянулась бы от Лондона до Шотландских границ. Или через всю Грецию от Адриатического до Эгейского моря.

Возможно, такие расстояния всё ещё ненатуральны. Искусство мышления аналогиями в больших числах – это не выходить за рамки масштабов, которые люди могут понимать. Если мы выходим за эти рамки, нам не будет лучше с аналогией, чем с реальной вещью. Прочсть историю на полке книг, растянувшейся от Рима до Венеции – невообразимая задача, такая же невообразимая, как представить 4 миллиарда лет.

Вот другая аналогия, использованная ранее. Раскиньте вширь руки в широком жесте, чтобы вместить всю эволюцию от начала у кончиков пальцев вашей левой руки, до сегодняшних дней – у правой. На всём пути, проходящем через середину и дальше правого плеча, жизнь состояла только из бактерий. многоклеточная беспозвоночная жизнь расцвела где-то около вашего правого локтя. Динозавры берут начало в середине вашей правой ладони, и вымирают в районе последней фаланги пальца. Вся история Homo Sapiens и нашего предка Homo Erectus умещается на кончике ногтя. Что же касается записанной истории, как шумеров, вавилонян, еврейских патриархов, династий фараонов, римских легионов, христианских отцов, неизменные законы мидян и персов; как Трои и греков, Елены и Ахиллеса и смерть Агамемнона; как Наполеона и Гитлера, Битлз и Билла Клинтона, их и всё что нам известно – сдуваются в виде пылинки от лёгкого прикосновения пилочки для ногтей.

Бедных быстро забывают. Они превосходят числом живых, но где же их кости? На каждого живого человека приходится миллион умерших. Может их прах незаметно покрывает землю?

Тогда было бы не вздохнуть воздуха, такой толстый был бы слой. Не было бы места ни ветрам дуть, ни дождю идти; Земля была бы облаком праха, усыпана костями. Не было бы места даже для наших скелетов.

*Сэйкеверелл Ситуэлл, «Гробница Агамемнона» (1933)(1972 – прим. пер.)*

Не то, чтобы это было важно, но Ситуэлл неточен в третьей строке. По оценкам, количество живущих сегодня людей составляет значительный процент от всей людей, которые когда-либо жили. Но это всего лишь отражает степень экспоненциального роста. Если же мы посчитаем поколения вместо тел, а особенно, если мы отправимся назад за род человеческий, к началу жизни, мнение Сэйкеверелла Ситуэлла обретёт новую силу. Давайте представим, что каждая особь среди наших предков по женской линии, начиная с первых многоклеточных, живших немногим более полумиллиарда лет назад, ложится и умирает на могиле своей матери, дабы в конечном счёте обратиться в ископаемое. Как в последовательных слоях сожжённого города Трои, должно быть сильное давление и осадка, так что примем, что каждое ископаемое в последовательности было расплюснуто в блин толщиной 1 сантиметр. Какой глубины нужна скала, чтобы вместить нашу последовательную историю ископаемых? Ответ – скала должна быть толщиной около 1000 км, или 600 миль. Это примерно в десять раз толще земной коры.

Гранд-Каньон, чьи скалы от глубочайших до мелких, охватывающие большую часть периода, о котором мы говорили выше, всего лишь около мили в глубину. Если бы пласты Великого Каньона были нафаршированы окаменелостями, и внутри не было бы скал, в его глубине было бы место, чтобы вместить лишь около 1/600 последовательно умерших поколений. Эти вычисления помогают нам соизмерить требования фундаменталистов в отношении «непрерывной» серии постепенно изменяющихся окаменелостей, прежде чем они признают факт эволюции. В земных породах просто нет места для такой роскоши – нет на много порядков величины. Каким бы ни было ваше мнение об этом, лишь чрезвычайно малой доле существ посчастливилось превратиться в окаменелость. Как я сказал ранее, я счел бы это за честь.

Число мертвых давно превышает всех, кто должен жить. Ночь времен  
намного превосходит день, и кто знает, когда было равенство? Каждый час  
добавляет к этому текущий счет, который едва вынес одно мгновение...

Кто скажет, о лучших ли сохранилась память? Кто – если забыты самые  
славные мужи, что когда-то были в центре событий?

*Сэр ТОМАС БРАУН, «Погребальная урна» (1658).*

## 2. ГОСТИНАЯ ГЕРЦГОВ

*Можно размолоть их души в той же мельнице,*

*Можно связать их, ей-богу;*

*Но поэт все же будет следовать за радугой.*

*А его брат будет следовать за плугом.*

**ДЖОН БОЙЛ О'РЕЙЛИ (1844-90) «Сокровище Радуги»**

Прорываться сквозь усыпляющую обыденность – это то, что поэты делают лучше  
всего. Это их занятие. Но поэты, слишком многие из них и слишком долго, не замечали  
источник вдохновения, предлагаемый наукой. У.Х.Оден, лидер своего поколения поэтов,  
лестно симпатизировал ученым, но даже он выделял их практическую сторону, сравнивая  
ученых, к своему достоинству, с политиками, но упуская поэтические возможности самой  
науки.

Настоящие люди дела в наше время, кто преобразует мир это не  
политические и государственные деятели, а ученые. К сожалению, поэзия не может  
их воспеть, потому что их дела связаны с вещами, а не с людьми, и поэтому  
безмолвны. Когда я оказываюсь в компании ученых, я чувствую себя подобно  
бедному викарию, который забрел по ошибке в гостиную, полную герцогов.

*Рука красильщика, «Поэт и город» (1963).*

Как ни странно, так, в значительной степени, я и многие другие ученые чувствуем себя  
в компании поэтов. Действительно – и я возвращусь к этому вопросу – это, вероятно,  
нормальная культурная оценка относительных позиций ученых и поэтов, и поэтому,  
возможно, Оден потрудился сказать обратное. Но почему он был настолько недвусмысленен,  
что поэзия не может воспеть ученых и их дела? Ученые могут преобразовать мир более  
эффективно, чем политические и государственные деятели, но это не все, что они делают, и,  
конечно, не все, что они могли бы сделать. Ученые преобразуют способ, которым мы  
размышляем о большей вселенной. Они помогают воображению отправиться назад к  
горячему рождению времени и вперед к вечному холоду, или, по словам Китса, «прыгнуть  
прямо навстречу галактике». Разве безмолвная вселенная не достойная тема? Почему поэт  
воспевает только людей, а не медленную работу сил природы, которые их создали? Дарвин  
мужественно пытался, но таланты Дарвина не в поэзии:

Любопытно созерцать густо заросший берег, покрытый многочисленными,  
разнообразными растениями с поющими в кустах птицами, порхающими вокруг  
насекомыми, ползающими в сырой земле червями, и думать, что все эти прекрасно  
построенные формы, столь отличающиеся одна от другой и так сложно одна от  
другой зависящие, были созданы благодаря законам, еще и теперь действующим  
вокруг нас... Таким образом, из борьбы в природе, из голода и смерти  
непосредственно вытекает самый высокий результат, какой ум в состоянии себе  
представить, – образование высших животных. Есть величие в этом воззрении, по  
которому жизнь с ее различными проявлениями, первоначально вдохнутыми в

одну или ограниченное число форм; и между тем как наша планета продолжает вращаться согласно неизменным законам тяготения, из такого простого начала развилось и продолжает развиваться бесконечное число самых прекрасных и самых изумительных форм.

Относительно «Происхождения видов» (1859)

Интересы Уильяма Блэйка были религиозными и мистическими, но, слово в слово, мне жаль, что не я написал следующее известное четверостишие, и, если бы это сделал я, мой источник вдохновения и смысл были бы совсем другими.

Видеть мир в зерне песка  
И небеса в диком цветке  
Держать в ладонях бесконечность  
И в часе вечность.

#### **«Пророчество невинности» (1803).**

Строфа может быть истолкована как всецело посвященная науке, положению в движущемся пятне света, укрощению пространства и времени, очень большому, построенному из квантовой зернистости очень малого, одинокому цветку как макету всей эволюции. Влечение к страху, почитанию и чуду, которое вело Блэйка к мистицизму (а меньших личностей к паранормальному суеверию, как мы увидим) – в точности то же, что ведет других из нас к науке. Наше толкование различно, но то, что нас волнует – одинаково. Мистик довольствуется тем, что упивается чудом и наслаждается тайной, которую нам не «дано» понять. Ученый чувствует такое же восхищение, но возбужден, не удовлетворен; признает, что тайна глубокая, затем добавляет: «Но мы над ней работаем».

Блэйк не любил науку, даже боялся и презирал ее:

Для Бекона и Ньютона, заключенные в зловещую сталь,  
нависают их страхи  
Как железные плети над Альбионом;  
Рассуждения, как громадные Змеи,  
Обвилились вокруг моих ног...

#### **«Бэкон, Ньютон и Локк», Иерусалим (1804-20).**

Какая растрата поэтического таланта. И если, как упорно продолжают настаивать модные комментаторы, в основе его поэмы лежат политические мотивы, это все еще растрата; поскольку политика и увлечение ею столь временны, столь сравнительно пустячны. Мой тезис – что поэты могли бы лучше использовать вдохновение, приносимое наукой, и что в то же время ученые должны идти в народ, который я отождествляю, за неимением лучшего слова, с поэтами.

Конечно, наука не должна декламироваться в стихах. Рифмованные двустишия Эразма Дарвина, деда Чарльза, хотя удивительно хорошо принимались в свое время, не обогащали науку. Не считая случаев, когда ученые обладают талантом Карла Сагана, Питера Аткинса или Лорена Айзли, они также не должны преднамеренно совершенствовать стиль поэтической прозы в своих выкладках. Прекрасно подойдет простая, трезвая ясность, позволяющая фактам и идеям говорить за себя. Поэзия заключена в науку.

Поэты могут быть непонятными, иногда обоснованно, и они справедливо требуют освободить их от обязанности объяснять свои строки. «Скажите мне, м-р Элиот, насколько точно некто отмеряет свою жизнь кофейными ложечками?» – мягко говоря, не лучшее вступление для беседы, но ученый с полным правом ожидает подобных вопросов. «В каком смысле ген может быть эгоистичным?» «Какая именно река вытекает из Рая?» Я до сих пор объясняю, когда просят, что означает «Гора Невероятности» и как медленно и постепенно на нее взбираются. Наш язык должен стараться просвещать и объяснять, и если мы не в

состоянии передать смысл за один прием, мы должны приступить к другому. Но, без потери ясности, более того, увеличивая ясность, мы должны вернуть для реальной науки тот стиль трепетного удивления, который двигал мистиками, подобными Блэйку. Реальная наука имеет законное право на трепет в спинном хребте, который, на более низком уровне, привлекает фанов «Звездного пути» и «Доктора Кто», и который, на самом низком из всех уровней, был корыстно похищен астрологами, ясновидцами и телевизионными экстрасенсами.

Налет псевдоучености – не единственная угроза нашему ощущению чуда. Другим является популистское «dumbing down» [сделать что-либо настолько простым, чтобы каждый смог понять – прим. Пер.], и я возвращусь к этому. Третье – враждебное отношение академиков, искушенных в модных дисциплинах. Модное увлечение представляет науку как лишь один из многих культурных мифов, не более правильный и не более обоснованный, чем мифы любой другой культуры. В Соединенных Штатах это подпитывается оправданным чувством вины за прошлое обращение с коренными американцами. Но последствия могут быть смешными; как в случае с кенневикским человеком.

Кенневикский человек – это скелет, обнаруженный в Штате Вашингтон в 1996 году, датированный по радиоуглероду более чем 9 000 лет. Антропологи были заинтригованы анатомическими указаниями на то, что он мог быть несвязанным с типичными коренными американцами, и поэтому мог представить отдельную раннюю миграцию через то, что теперь является Беринговым проливом, или даже из Исландии. Они готовились провести крайне важные тесты ДНК, когда официальные власти конфисковали скелет, намереваясь передать его представителям местных индийских племен, которые предложили похоронить его и запретить все дальнейшие исследования. Естественно, была широкая оппозиция от научного и археологического сообщества. Даже если кенневикский человек – какой-нибудь американский индеец, очень маловероятно, чтобы он был родственен какому-либо определенному племени, оказавшемуся живущим в той же самой области 9 000 лет спустя.

Коренные американцы имеют внушительное юридическое влияние, и «Древний» был бы передан племенам, если бы не причудливый поворот событий. Народное Собрание Асатру, группа поклонников норвежских богов Тора и Одина, подало независимый судебный иск, что кенневикский человек был на самом деле викингом. Этой скандинавской секте, чьи взгляды Вы можете проследить в «Руническом камне» выпуска лета 1997 года, было фактически разрешено справлять религиозные обряды над этими костями. Это огорчило индейское сообщество Якама, представитель которого боялся, что церемония викингов могла «помешать духу кенневикского человека найти свое тело». Спор между индейцами и скандинавами вполне мог быть улажен с помощью сравнения ДНК, и скандинавы рвались подвергнуться этому тесту. Научное исследование останков, конечно, пролило бы интереснейший свет на вопрос о том, когда люди впервые прибыли в Америку. Но индейских лидеров возмутила сама идея исследовать этот вопрос, потому что они верят, что их предки были в Америке со времен сотворения. Как высказался Арман Менторн, религиозный лидер племени Уматилла: «Из наших устных историй мы знаем, что наш народ был частью этой земли с начала времен. Мы не верим, что наши люди мигрировали сюда с другого континента, как считают ученые.»

Возможно, лучшей политикой для археологов было бы объявить себя религией, а ДНК-фингерпринты <sup>1</sup> – своим священным тотемом. Комично, но таков климат в Соединенных Штатах в конце двадцатого столетия, это, возможно, единственный способ который работал бы. Если Вы говорите: «Смотрите, вот потрясающие свидетельства, полученные из радиоуглеродного датирования, из митохондриальной ДНК и из археологических исследований глиняной посуды, что Х имеет место», – Вы ничего не достигнете. Но если Вы говорите: «Это фундаментальная и неоспоримая вера моей

---

<sup>1</sup> **ДНК-фингерпринт** (англ. fingerprints – отпечатки пальцев) – Высокоспецифичный набор фрагментов ДНК, полученных методом ДНК-фингерпринтинга, позволяющий описать генотип индивидуума. Синоним – ДНК-профиль. (прим. верст.)

культуры, что Х имеет место», – Вы немедленно завладеете вниманием судьи.

Это также привлечет внимание многих в академическом сообществе, кто в конце двадцатого столетия обнаружил новую форму антинаучной риторики, иногда называемой «постмодернистским критическим анализом» науки. Самое полная изобличающая информация о подобного рода вещах – роскошная книга Пола Гросса и Нормана Левитта «Higher Superstition: The Academic Left and its Quarrels with Science» (1994). Американский антрополог Мэтт Картмилл обобщает их основное кредо:

Каждый, кто претендует на объективное знание о чем-нибудь, старается управлять и властвовать над остальными из нас... Нет никаких объективных фактов. Все мнимые факты заражены теориями, а все теории наполнены моральными и политическими доктринами... Поэтому когда какой-нибудь парень в лабораторном халате говорит Вам, что такой-то и такой-то факт является объективным... он, должно быть, имеет политическую повестку дня в своем накрахмаленном белом рукаве.

*«Угнетаемый эволюцией». Discover magazine (1998)*

Есть даже несколько крикливых представителей пятой колонны в самой науке, которые придерживаются именно этих взглядов и используют их, чтобы попусту растрачивать время остальных из нас.

Тезис Картмилла состоит в том, что существует неожиданный и пагубный союз между правым крылом невежественных фундаменталистских религий и искушенным левым крылом академии. Причудливый манифест союза – их объединенная оппозиция теории эволюции. Оппозиция фундаменталистов очевидна. Те, что с другой стороны – это соединение враждебности к науке вообще, «уважения» (скользкое слово нашего времени) к племенным мифам сотворения и различных политических программ. И эти странные партнеры разделяют беспокойство за «человеческое достоинство» и обижаются на рассмотрение людей как «животных». Барбара Эренрич и Джанет Макинтош высказываются подобным образом о тех, кого они называют «светскими креационистами» в своей статье «Новый креационизм» 1997 года в «The Nation magazine».

Распространители культурного релятивизма и «преклонения перед высшим» склонны высмеивать поиски правды. Это происходит частично из-за убеждения, что истины в различных культурах различны (что было сутью истории кенневикского человека), и частично от неспособности философов науки так или иначе прийти к согласию об истине. Есть, конечно, настоящие философские трудности. Является ли истиной всего лишь до-сих-пор-не-опровергнутая гипотеза? Какой статус у истины в странном, неопределенном мире квантовой теории? Хоть что-нибудь, в конце концов, истинно? С другой стороны, ни у одного философа нет ни малейших стеснений в использовании языка истины, когда его ложно обвиняют в преступлении или когда его жену подозревают в прелюбодеянии. «Истинно ли то-то?» похоже на законный вопрос, и не многих, кто задает его, в их частных жизнях удовлетворяет софистика в ответе. Квантовые мысленные экспериментаторы, возможно, не знают, в каком смысле «правда», что кот Шредингера мертв<sup>2</sup>. Но каждый знает, что такое истина в отношении утверждения, что кошка моего детства Джейн мертва. И есть много научных истин, где мы требуем только, чтобы они были верными в том же самом повседневном смысле. Если я говорю Вам, что люди и шимпанзе разделяют общего предка, Вы можете сомневаться относительно истинности моего утверждения и поискать (напрасно) свидетельства, что оно ложно. Но мы оба знаем, что означает для него быть истинным и что означает для него быть ложным. Оно находится в той же категории, что и «Правда ли, что

---

<sup>2</sup> Кот Шредингера – объект мысленного эксперимента, предложенного Эрвином Шредингером, которым он хотел показать неполноту квантовой механики при переходе от субатомных систем к макроскопическим (прим. Пер.)



Вы были в Оксфорде в ночь преступления?», а не в той трудной категории, что и «Правда ли, что у кванта есть позиция?» Да, есть философские трудности с истиной, но мы можем достичь многого, прежде нам придется о них волноваться. Преждевременная постановка предполагаемых философских проблем иногда служит дымовой завесой для лукавства.

Излишнее упрощение – «Dumbing down» – совсем другой вид угрозы восприятия науки. Движение за популяризацию науки, спровоцированное в Америке триумфальным вступлением Советского Союза в космическую гонку и активное сегодня, по крайней мере в Британии, благодаря общественной обеспокоенности снижением количества претендентов на места при университетах, стало популярным. «Недели науки» и «Две недели науки» выдают страстное желание среди ученых быть любимыми. Забавные шляпы и веселые голоса объявляют, что наука – это развлечение, развлечение, развлечение. Эксцентричные «известные личности» демонстрируют взрывы и причудливые фокусы. Я недавно посетил брифинг, где ученых убедили разыгрывать зрелища в торговых центрах, призванные привлечь людей к радостям науки. Выступающий советовал нам не делать ничего, что могло быть очевидно признано как наводящее тоску. Всегда описывайте вашу науку как «имеющую отношение» к жизням обычных людей, к происходящему в их собственной кухне или ванной. Где только возможно, подберите экспериментальные материалы, которые ваша аудитория может съесть в конце. В последнем номере, организованном самим оратором, научным феноменом, который действительно захватил внимание, был писсуар, который автоматически смывался, когда Вы отходили. Самого слова наука лучше всего избегать, говорили нам, потому что «обычные люди» видят ее как угрозу.

У меня мало сомнений, что такое переупрощение будет успешно, если наша цель состоит в том, чтобы максимизировать общее количество людей на нашем «мероприятии». Но когда я возражаю, что то, что продается здесь, не является реальной наукой, меня осуждают за мою «элитарность» и говорят, что привлечение людей любым способом – необходимый первый шаг. Что ж, если мы должны использовать это слово (я не стану), возможно, элитарность не такая ужасная вещь. И есть большая разница между исключительным снобизмом и избранной, лестной элитарностью, которая стремится помочь людям стать лучше и присоединиться к элите. Преднамеренный переупрощение – наихудшее: оно относится снисходительно и свысока. Когда я высказал эти взгляды на недавней лекции в Америке, человек, задававший вопросы в конце, несомненно, с жаром политического самодовольства в своем сердце белого мужчины, имел оскорбительную дерзость предположить, что *dumbing down* может быть необходим, чтобы приблизить «меньшинства и женщин» к науке.

Боюсь, продвигать науку как сплошь забавную, веселую и легкую означает готовить неприятности для будущего. Реальная наука может быть трудной (скажем так, трудной, но интересной, чтобы представить ее в более положительном свете), но, как классическая литература или игра на скрипке, стоящей усилий. Если наука или любое другое стоящее занятие привлекает детей обещанием легких развлечений, что их ожидает, когда они, наконец, должны будут противостоять действительности? Рекламные объявления набора в армию с полным правом не обещают пикник: они обращены к молодым людям, достаточно подготовленным, чтобы не отставать от других. «Развлечение» подает неправильные сигналы и может привлекать людей к науке по неправильным мотивам. Литературная ученость рискует стать подточенной подобным же образом. Праздных студентов заманивают на обесцененные «Культурные Исследования», на обещания, что они будут проводить время, разбирая мыльные оперы, таблоидных принцесс и телепузиков. Наука, как и настоящие литературные исследования, может быть трудной и интересной, но наука – также как настоящие литературные исследования – замечательна. Наука *может* окупать себя, но, как и большое искусство, она не должна этого делать. И мы не должны нуждаться в эксцентричных выдающихся личностях и забавных взрывах, убеждающих нас в ценности жизни, потраченной на выяснение, почему мы живем вообще.

Боюсь, что я, возможно, был настроен слишком негативно в этих выпадах, но бывают

времена, когда маятник отклоняется достаточно далеко и нуждается в сильном толчке в другом направлении, чтобы восстановить равновесие. *Конечно*, наука – это развлечение, в смысле, что ей совершенно не свойственна скука. Она может увлекать великие умы в течение всей жизни. *Конечно*, практические демонстрации могут помочь сделать идеи яркими и неизгладимыми в памяти. От Рождественских лекций Королевского института Майкла Фарадея до Бристольского исследовательского центра Ричарда Грегори, дети были взволнованы истинно научными практическими опытами. Я сам имел честь дать Рождественские лекции в их современной, транслируемой по телевидению форме, и я опирался на большое количество наглядных демонстраций. Фарадей никогда не переупрощал. Я нападаю только на ту разновидность популистской проституции, которая обесценивает чудо науки.

Ежегодно в Лондоне проводится большой торжественный обед, на котором вручаются призы за лучшие популярные научные книги года. Один приз – для детских научных книг, и он был недавно присужден книге о насекомых и других «ужасно уродливых жуках». Такой язык, возможно, лучше всего рассчитан не для того, чтобы пробудить поэтическое чувство удивления, а чтобы дать нам возможность быть терпимыми и признать другие способы привлечения интереса детей. Трудней простить проделки председателя жюри, известной телевизионной личности (недавно продавшей выгодному жанру «паранормального» телевидения). Визжа, как на легкомысленной телевикторине, она подбивала большую аудиторию (взрослых) присоединиться к ней в повторении хором звуковых кривляний при рассмотрении ужасно «уродливых жуков». «О-о-о-й! Фу! Фууууу! Бррррр!» Такая вульгарная забава унижает чудо науки и рискует «отвернуть» тех самых людей, наиболее способных оценить это и вдохновить других: настоящих поэтов и истинных знатоков литературы.

Под поэтами, конечно, я подразумеваю художников всех категорий. Микеланджело и Баху платили, чтобы воспеть священные темы их времен, и результаты всегда будут поражать людские чувства как возвышенные. Но мы никогда не узнаем, как такой гений мог отреагировать на альтернативный заказ. Поскольку разум Микеланджело переселился в безмолвие «Как комар-долгоножка на поток»,<sup>3</sup> что бы он мог нарисовать, если бы знал содержимое одной нервной клетки комара-долгоножки? Представьте себе «Судный день», который мог появиться у Верди благодаря размышлению о судьбе динозавров, когда 65 миллионов лет назад скала размером с гору из открытого космоса с ревом врезалась на скорости 10 000 миль в час прямо в полуостров Юкатан, и мир окутал мрак. Пробуйте вообразить «Симфонию эволюции» Бетховена, ораторию Гайдна «Расширяющаяся Вселенная» или эпопею Мильтона «Млечный путь». Что касается Шекспира... Но мы не должны устремляться столь высоко. Для начала были бы хороши и менее известные поэты.

Могу представить, как в некоем давнем мире,  
Первобытно-немом, другом, далеком от нас,  
В оглушающем безмолвии, полном только жужжания и  
невнятного гула,  
В зарослях, среди просветов, мелькала птица колибри.  
Прежде чем живое одушевилось,  
Пока взбухала и напирала Материя, преодолевая  
бесчувственность,  
Эта крошка проклюнулась из скорлупы  
И, сверкая оперением, исчезла меж громадных, неспешно  
идуших в рост стеблей.  
Похоже, в те времена цветы еще не цвели –

---

<sup>3</sup> стихотворение Йейтса (прим. Пер.)

В том мире, где птичка колибри, взлетев, обогнала всё  
созданное.  
Наверно, она вонзала свой острый клюв в источавшие сок  
тугие побеги.  
Возможно, она была огромной:  
Ведь, говорят, папоротники и ящерицы раньше были  
гигантскими.  
Возможно, она была хищным, наводящим ужас чудовищем.  
Мы смотрим на птицу колибри в перевернутый телескоп  
Времени –  
И впрямь повезло нам: что правда, то правда.

**«Нерифмованные поэмы», 1928. (Перевод Сергея Сухарева)**

Поэма Д. Г. Лоуренса о колибри почти всецело неправильна и поэтому, на первый взгляд, ненаучна. Все же, несмотря на это, она является хорошей попыткой дать ответ, как поэт может получать вдохновение от геологического времени. Лоуренсу не хватало лишь нескольких уроков эволюции и таксономии, чтобы привести свою поэму в рамки достоверности, и как поэма она была бы не менее захватывающей и наводящей на размышления. После другого урока Лоуренс, сын шахтера, возможно, посмотрел бы свежим взглядом на огонь своего уголя, чья горячая энергия в последний раз видела белый свет – был белый день – когда она согревала папоротниковые деревья каменноугольного периода, чтобы быть отложенной в темных недрах земли и запечатанной в течение трех миллионов столетий. Большим препятствием была враждебность Лоуренса к тому, о чем он неправильно думал как о антипоэтическом духе науки и ученых, как тогда, когда он ворчал, будто

Знание убило солнце, сделав из него газовый шар с пятнами... Мир разума и науки... это сухой и бесплодный мир, населенный абстрактными умами.

Я почти отказываюсь признать, что мой любимейший из всех поэтов – этот бессвязный ирландский мистик Уильям Батлер Йейтс. В старости Йейтс искал тему и искал ее напрасно, вернувшись, наконец, в отчаянии к переписыванию старых тем своей недавней зрелости. Как грустно опускать руки, потерпев крушение среди невежественных мечтаний, будучи покинутым среди волшебства и чудных ирландцев своей высоко ценимой молодости, когда в часе езды от «башни» Йейтса Ирландия разместила наибольший на то время астрономический телескоп. Это был 72-дюймовый рефлектор, построенный до рождения Йейтса Уильямом Парсонсом, третьим графом Росс, в Бир-Касле (где он был в настоящее время восстановлен седьмым графом). Что мог бы сделать единственный взгляд на Млечный путь через окуляр «Левифана из Парсонстауна» для разочарованного поэта, который, будучи молодым человеком, написал эти незабываемые строки?

Тише, сердце, тише! Страх успокой;  
Вспомни мудрости древней урок:  
Тот, кто страшится волн и огня  
И ветров, гудящих вдоль звездных дорог,  
Будет волей ветра, волн и огня  
Стерт без следа, ибо он чужой  
Одинокому мужеству бытия.

**Из цикла «Ветер среди тростника»(1899)**

Это могло бы служить прекрасными последними словами для ученого, как могло бы теперь, когда я думаю об этом, быть собственной эпитафией поэта:

«Хладно взгляни  
На жизнь и на смерть.  
Всадник, скачи!»

Но, как и Блэйк, Йейтс не был любителем науки, отмахиваясь от нее (нелепо), как от «опиума предместий» и призывая нас «Уехать из города Ньютона.» Это грустно, и подобные вещи заставляют меня писать мои книги.

Китс также жаловался, что Ньютон разрушил поэзию радуги, объяснив ее. В более общем смысле подразумевается, что наука – убийца поэзии, сухая и холодная, унылая, самонадеянная и лишенная всего, чего мог бы пожелать молодой романтик. Доказать противное – одна из целей этой книги, и я здесь ограничусь непроверяемым предположением, что Китс, как Йейтс, мог бы быть еще лучшим поэтом, если бы обратился к науке за частью своего вдохновения.

Указывалось, что медицинское образование Китса могло позволить ему выявить смертельные симптомы своего собственного туберкулеза, когда он, предвещая недоброе, ставил диагноз по собственной артериальной крови. Наука для него не была добрым вестником, поэтому совсем не удивительно, что он нашел утешение в обеззараженном мире классических мифов, забывшись среди свирелей Пана и наяд, нимф и дриад, так же как Йейтс среди их кельтских аналогов. Какими бы сильными поэтами я не считал обоих, простите мой интерес, но признали ли бы греки свои легенды у Китса или кельты свои у Йейтса. Так ли помогли этим великим поэтам их источники вдохновения, как могли бы? Отяготило ли предубеждение против разума крылья поэзии?

Я утверждаю, что дух восхищения, который вел Блэйка к христианскому мистицизму, Китса к аркадскому мифу, а Йейтса к Фениям и феям, является тем же самым духом, который движет большими учеными; духом, который, если вернуться к поэтам в научном облике, мог бы вдохновить еще большую поэзию. В подтверждение я привожу менее возвышенный жанр научной фантастики. Жюль Верн, Г. Дж. Уэллс, Олаф Стэплдон, Роберт Хайнлайн, Айзек Азимов, Артур Ч. Кларк, Рэй Бредбери и другие использовали поэзию и прозу, чтобы пробудить романтику научных тем, в некоторых случаях явно связывая их с древними мифами. Лучшая научная фантастика кажется мне самостоятельной важной литературной формой, снобистски недооцененной некоторыми знатоками литературы. Несколько уважаемых ученых познакомились с тем, что я называю духом чуда, благодаря прежнему увлечению научной фантастикой.

На нижнем краю рынка научной фантастики тем же самым духом злоупотребляли в пользу более темных целей, но мост к мистической и романтической поэзии все еще можно усмотреть. Как минимум одна основная религия, саентология, была основана автором научной фантастики, Л. Роном Хаббардом (чья статья в «Оксфордском словаре цитат» гласит: «Если Вы действительно хотите заработать миллион... самый быстрый способ – это основать Вашу собственную религию»). Ныне мертвые последователи культа «Врата Рая», вероятно, вовсе не знали, что это словосочетание появляется дважды у Шекспира и дважды у Китса, но они знали все о «Звездном пути» и были им одержимы. Язык их вебсайта – нелепая карикатура неправильно понятой науки, переплетенная с плохой романтической поэзией.

Култ «Секретных материалов» был оправдан как безопасный, потому что это, в конце концов, всего лишь беллетристика. На первый взгляд, это законное оправдание. Но регулярно повторяющаяся беллетристика – мыльные оперы, полицейские сериалы и т. п. – справедливо критикуются, если, неделя за неделей, они систематически дают одностороннее представление о мире. «Секретные материалы» – телесериал, в котором каждую неделю два агента ФБР сталкиваются с тайной. Одна из них, Скалли, предпочитает рациональное, научное объяснение; другой агент, Малдер, любит объяснения, которое либо являются сверхъестественными, либо, по крайней мере, прославляют необъяснимое. Проблема с «Секретными материалами» состоит в том, что регулярно и упорно сверхъестественное объяснение, или, по меньшей мере, конец спектра Малдера, обычно оказывается ответом.

Говорят, что в последних эпизодах поколебалась уверенность даже скептической агента Скалли, и неудивительно. Но тогда это не это просто безобидная беллетристика? Нет, я думаю, оправдание отдает фальшью. Вообразите телесериал, в котором два полицейских каждую неделю расследуют преступление. Каждую неделю есть один черный подозреваемый и один белый. Один из этих двух детективов всегда предвзят по отношению к черному подозреваемому, другой предубежден к белому. И, неделя за неделей, оказывается, это делает черный подозреваемый. Итак, что же в этом плохого? В конце концов, это всего лишь беллетристика! Какой бы шокирующей она ни была, я полагаю, аналогия совершенно справедлива. Я не говорю, что пропаганда сверхъестественного столь же опасна или противна как расистская пропаганда. Но «Секретные материалы» систематически обеспечивают антирациональное представление о мире, которое, в силу своей постоянной регулярности, коварно.

Другая низкосортная форма научной фантастики сводится к фальшивым мифам в стиле Толкиена. Физики водят компанию с волшебниками, инопланетяне сопровождают принцесс, оседлавших единорогов, космические станции с тысячами иллюминаторов вырисовываются из того же тумана, что и средневековые замки с воронами (или даже птеродактилями), кружащими вокруг их готических башенок. Подлинная или преднамеренно видоизмененная, наука заменена волшебством, что является легким выходом.

Хорошая научная фантастика не имеет никакого отношения к сказочным магическим заклинаниям, а опирается на соблюдение закономерностей в мире. Существует тайна, но вселенная не является ни фривольной, ни склонной к обману в своем непостоянстве. Если Вы кладете кирпич на стол, он остается там, если его ничто не двигает, даже если Вы забыли, что он там. Полтергейсты и эльфы не вмешиваются и не швыряют его ради озорства или каприза. Научная фантастика может подправлять законы природы, продуманно и желательно по одному закону за раз, но она не может отменить само подчинение законам и оставаться хорошей научной фантастикой. Выдуманные компьютеры могут стать осознанно злыми или даже, в мастерской научной комедии Дугласа Адамса, параноидальными; космические корабли могут лететь со сверхсветовой скоростью к отдаленным галактикам, используя некоторые предполагаемые технологии будущего, но в основном соблюдается научное приличие. Наука допускает тайну, но не волшебство; причудливость сверх дикого воображения, но никаких заклинаний или чар, никаких дешевых и легких чудес. Плохая научная фантастика утрачивает свой контроль над умеренным подчинением законам и заменяет на «вседозволенное» распутство волшебства. Худшая из худших научных фантастик идет рука об руку с «паранормальным», другим, ленивым внебрачным ребенком ощущения чуда, которое должно побуждать истинную науку. Популярность этого вида псевдонауки, по крайней мере, кажется, предполагает, что ощущение чуда является широко распространенным и глубоким, насколько бы неуместно оно не было приложено. В этом единственное утешение, которое я могу найти в одержимости СМИ паранормальными явлениями на рубеже тысячелетий; с чрезвычайно успешными «Секретными материалами» и с популярными телешоу, в которых обычные фокусы ложно представлены как нарушение закона природы.

Но давайте вернемся к приятным комплиментам Одена и нашей инверсии их. Почему некоторые ученые чувствуют себя подобно бедным викариям среди литературных герцогов, и почему многие в нашем обществе так их воспринимают? Студенты, адаптирующиеся к науке в моем университете, иногда высказывали мне (с сожалением, поскольку в их когорте сильно давление со стороны других студентов), что их предмет не считается «крутым». Это мне проиллюстрировала умная молодая журналистка, которую я встретил на недавней серии дискуссий телевидения Би-Би-Си. Она казалась почти заинтригованной встречей с ученым, поскольку призналась, что когда жила в Оксфорде, она не была знакома ни с одним. В ее кругу на них смотрели издали как на «серых людей», особенно жалея их за привычку вставать с кровати до обеда. Из всех абсурдных крайностей у них было посещение лекций в 9:00 и затем работа в течение утра в лабораториях. Большой гуманист и гуманный

государственный деятель Джавахарлал Неру, как и подобает первому премьер-министру страны, который не может позволить себе бездельничать, имел более реалистическое представление о науке.

Только наука может решить проблемы голода и бедности, антисанитарии и безграмотности, суеверий и ослабления обычаев и традиций, огромных ресурсов, растрачиваемых впустую, или богатой страны, населенной голодными людьми... Кто же может позволить себе игнорировать науку сегодня? На каждом шагу мы должны искать ее помощи. Будущее принадлежит науке и тем, кто дружит с наукой <sup>4</sup>

(1962).

Однако, уверенность, с которой ученые иногда заявляют, как много мы знаем и как полезна наука иногда может переходить в высокомерие. Выдающийся эмбриолог Льюис Уолперт однажды признал, что наука иногда высокомерна, но он мягко заметил, что у науки есть определенные достижения, чтобы быть высокомерной. Питер Медавар, Карл Саган и Питер Аткинс, все говорили что-то подобное.

Высокомерно или нет, мы, по крайней мере, отдаем дань уважения идее, что наука продвигается опровержением ее гипотез. Конрад Лоренц, отец этологии, характерно преувеличил, когда сказал, что надеялся опровергнуть по крайней мере одну любимую гипотезу ежедневно перед завтраком. Но верно то, что ученые, больше чем, скажем, адвокаты, доктора или политические деятели, завоевывают авторитет среди своих коллег, публично признавая свои ошибки. Одно из формирующих событий в мои Оксфордские студенческие годы произошло, когда приглашенный лектор из Америки представлял доказательства, которые окончательно опровергли любимую теорию глубоко уважаемого пожилого представителя нашего отдела зоологии, теорию, на которой мы все были воспитаны. В конце лекции старик поднялся, шагнул к передней части зала, тепло пожал американцу руку и объявил в эмоциональном порыве: «Мой дорогой товарищ, я хочу поблагодарить Вас. Я был неправ эти пятнадцать лет.» Мы хлопали в наши ладоши до покраснения. Есть ли какая-либо другая профессия, настолько готовая признавать свои ошибки?

Наука прогрессирует, исправляя свои ошибки, и не делает тайны из того, чего она все еще не все понимает. Но люди зачастую воспринимают наоборот. Бернард Левин, будучи обозревателем в лондонской «Таймс», время от времени публиковал тирады против науки, и 11 октября 1996 года он написал одну, озаглавленную «Бог, я и доктор Докинз» с подзаголовком «Ученые не знают, и я не знаю – но я, по крайней мере, знаю, что я не знаю», над которым была карикатура, изображающая меня в виде Адама Микеланджело, встретившегося с указующим перстом Божиим. Но, как решительно возразил бы любой ученый, суть науки – знать, что мы не знаем. Именно это ведет нас к познанию. В предыдущей статье от 29 июля 1994, Бернард Левин высмеял идею кварка («Кварки идут! Кварки идут! Спасайте свои жизни...») После дальнейших острот о «благородной науке», давшей нам мобильные телефоны, складные зонтики и мульти-полосатые зубные пасты, он впал в ложную серьезность:

Вы можете съесть кварки? Вы можете разложить их в своей кровати, когда начнутся холода?

---

<sup>4</sup> Корректируя копию в августе 1998, я не могу не отметить печального представления того, что чувствовал бы Неру в связи с решением Индии провести ядерные испытания, в одностороннем порядке и вопреки мировому мнению, что они являются отвратительным злоупотреблением наукой и осквернением его памяти и памяти Махатмы Ганди.(прим. автора)

Такого рода вещи на самом деле не заслуживают ответа, но Кембриджский металлловед сэр Алан Коттрелл дал ему два предложения, в письме в редакцию несколько дней спустя.

Сэр: г-н Бернард Левин спрашивает: «Можете ли вы съесть кварк?» По моей оценке он съедает 500 000 000 000 000 000 000 000 001 кварков в день... С уважением...

Признание, что Вы не знаете, является достоинством, но торжествующего незнания предметов в таком масштабе, весьма справедливо, не допустил бы никакой редактор. Обывательская научная безграмотность в некоторых кругах до сих пор считается утонченностью и умом. Как еще объяснять следующую небольшую шутку недавнего редактора лондонской «Дэйли Телеграф»? Газета сообщала об ошеломляющем факте, что треть британского населения все еще полагает, что Солнце вращается вокруг Земли. В этом месте редактор вставил примечание в квадратных скобках: «[А разве нет? Ред.]» Если бы опрос показал, что треть населения Британии верят, что Шекспир написал «Илиаду», ни один редактор шутливо не притворился бы, что не знает Гомера. Но социально приемлемо хвастать незнанием науки и гордо заявлять о некомпетентности в математике. Я отмечал это достаточно часто, чтобы звучать заунывно, поэтому позвольте мне процитировать Мелвина Брэгга, одного из наиболее справедливо уважаемых в Великобритании обозревателей по этим предметам, из его книги об ученых «На плечах гигантов» (1998).

Есть все еще те, кто достаточно нарочиты, чтобы сказать, что они не знают ничего о науках, как будто это каким-то образом делает их выше. Это выставляет их довольно глупо, и это помещает их в отбросы той надоевшей старой британской традиции интеллектуального снобизма, которая рассматривает все знание, особенно науку, в качестве «ремесла».

Сэр Питер Медавар, этот сумасбродный Нобелевский лауреат, которого я уже процитировал, сказал нечто подобное о «ремесле», наглядно высмеивая британское отвращение ко всему практическому.

Говорят, что в древнем Китае мандарины позволяли своим ногтям – или во всяком случае одному из них – вырастать столь необыкновенно длинными, что это явно делало их непригодными для любой ручной деятельности, таким образом давая всем ясно понять, что они были существами, слишком чистыми и возвышенными, чтобы заниматься такой работой. Это знак, который не может не привлекать англичан, превосходящих все другие нации в снобизме; наше брезгливое отвращение к прикладным наукам и профессиям играло большую роль в доведении Англии до того положения в мире, которое она занимает сегодня.

**«Рубежи науки» (1984).**

Антипатия к науке может становиться весьма раздражительной. Полушайте гимн ненависти к ученым романистки и феминистки Фей Велдон, также в «Дэйли Телеграф» от 2 декабря 1991 года. (Я ни на что не намекаю этим совпадением, поскольку в газете есть энергичный научный редактор и прекрасно освещаются научные темы):

Не рассчитывайте, что мы похожи на вас. Вы обещали нам слишком много и не смогли выполнить. Вы даже не пробовали ответить на вопросы, которые все мы задавали, когда нам было шесть. Куда делась тетя Мод, когда она умерла? Где она была прежде, чем родилась?

Заметьте, что это обвинение – прямая противоположность обвинению Бернарда Левина (что ученые не знают, когда они не знают). Если бы я дал простой и прямой ответ и на эти вопросы о Тете Мод, меня, конечно, назвали бы высокомерным и самонадеянным,



выходящим за пределы того, что я имел возможность знать, выходящим за пределы науки. Мисс Велдон продолжает:

Вы думаете, что эти вопросы упрощенные и неудобные, но именно они нас интересуют. И кого волнует, что было приблизительно через полсекунды после Большого взрыва; что было за полсекунды до него? И по поводу кругов на полях?... Ученые просто не могут обратиться лицом к понятию изменяющейся вселенной. Мы можем.

Она никогда не дает ясно понять, кто эти поголовные, антинаучные «мы», и она вероятно, к настоящему времени сожалеет о тональности своего фрагмента. Но стоит обеспокоиться, откуда берется такая открытая враждебность.

Другим антинаучным примером, хотя в данном случае, возможно, воспринимаемым как забавный, является отрывок из Э. Э. Гилла, веселого, способного на все фельетониста в лондонской «Санди таймс» (8 сентября 1996 года). Он говорит о науке как об ограниченной экспериментом, и скучными, тяжелыми ступенями эмпиризма. Он сравнивает ее с искусством и театром, с магией огней, волшебной пылью, музыкой и аплодисментами.

Звезды звездам рознь, любимая. Некоторые – унылые, скучные закорючки на бумаге, а некоторые – невероятные, остроумные, подстегивающие мысли, невероятно популярные...

«Унылые, скучные закорючки» – ссылка на открытие пульсаров Белл и Хьюишем в Кембридже в 1967 году. Гилл делал критический обзор телевизионной программы, в которой астроном Джоселин Белл Бурнелл вспоминала трепетный момент, когда она впервые узнала, глядя на распечатку радиотелескопа Энтони Хьюиша, что она видела нечто до настоящего времени неслыханное во вселенной. Молодая женщина на пороге карьеры, «унылые, скучные закорючки» на рулоне бумаги говорили с нею тонами революции. Ничто не ново под солнцем: целая новая *разновидность* солнца, пульсар. Пульсары вращаются настолько быстро, что оборот, на который нашей планете требуется 24 часа, у пульсара может занять долю секунды. Все же лучу энергии, который приносит нам новости, разносящемуся во все стороны подобно свету маяка с такой удивительной скоростью, и отсчитывающему секунды более точно, чем кристалл кварца, может потребоваться миллионы лет, чтобы достигнуть нас. Любимая, как скучно, как безумно *эмпирично*, моя дорогая! Дайте мне волшебную пыль в представлении в любое время.

Я не думаю, что такая сердитая, мелкая неприязнь следует из общей тенденции убивать гонца за дурную весть или обвинять науку в политических злоупотреблениях, как водородная бомба. Нет, враждебность, которую я процитировал, звучит лично для меня мучительным, почти угрожающим, беспокойным, ужасным оскорблением, потому что наука представлена как слишком трудная, чтобы с нею совладать. Достаточно странно, я не посмел бы зайти так далеко как Джон Кэри, профессор английской литературы в Оксфорде, когда он написал в предисловии к своей замечательной «Faber Book of Science» (1995):

Ежегодные полчища, соперничающие за места на курсах гуманитарных наук в британских университетах и горстка абитуриентов на естественные науки свидетельствует об отказе от естественных наук среди молодежи. Хотя большинство преподавателей опасается говорить об этом прямо, по общему мнению, кажется, курсы гуманитарных наук популярны, потому что они легче, и большинство студентов гуманитариев просто не соответствуют интеллектуальным требованиям курса естественных наук.

Некоторые из более точных наук могут быть трудными, но ни для кого не должно составить труда понять циркуляцию крови и роль сердца в ее перекачке. Кэри рассказывал, как он цитировал строки Донна группе из 30 старшекурсников, последний год изучающих

английский в большом университете: «Вы знаете, как кровь, текущая к сердцу, / Проходит от одного желудочка в другой?» Кэри спросил их, как на самом деле течет кровь. Ни один из этих 30 не смог ответить, а один неуверенно предположил, что это могло происходить «благодаря осмосу». Это не просто неправильно. Еще более потрясающе, это скучно. Скучно по сравнению с правдой, что общая длина круглых капилляров, через которые сердце качает кровь, от желудочка до желудочка, составляет больше 50 миль. Если 50 миль трубки упакованы в человеческом теле, Вы можете легко определить, как тонко и замысловато должно быть разветвлено большинство этих трубок. Я не думаю, что какой-нибудь настоящий исследователь мог бы отказаться признать это захватывающей мыслью. И в отличие, скажем, от квантовой теории или теории относительности, это, конечно, нетрудно понять, хотя в это может быть трудно поверить. Таким образом, я придерживаюсь более доброжелательного мнения, чем профессор Кэри, и задаюсь вопросом, не подвели ли этих молодых людей ученые, недостаточно вдохновившие их. Возможно, упор на практические эксперименты в школе, несмотря на то, что это отлично устраивает некоторых детей, может быть ненужным или решительно контрпродуктивным для тех, кто столь же умен, но умен иначе.

Недавно я сделал телевизионную программу о науке в нашей культуре (это была, фактически, программа, разобранная Э. Э. Гиллом). Среди полученного мною множества благодарных писем, было одно, начинавшееся колко: «Я учитель кларнета, чьим единственным воспоминанием о науке в школе был длительный период изучения бунзеновской горелки.» Письмо заставило меня задуматься, что можно наслаждаться концертом Моцарта, не умея играть на кларнете. Фактически, вы можете учиться, чтобы стать опытным знатоком музыки, не будучи в состоянии сыграть и ноту на каком-либо инструменте. Конечно, музыка прекратилась бы, если бы никто никогда не учился ее играть. Но если бы каждый рос, считая, что музыка была синонимом ее исполнения, подумайте, насколько относительно бедными были бы многие жизни.

Разве мы не могли бы учиться думать о науке таким же образом? Конечно важно, чтобы некоторые люди, в действительности одни из самых цепких и умных, учились науке как практическому занятию. Но не могли бы мы также изучать науку как нечто такое, что читаешь и радуешься, подобно тому, как слушать музыку, а не как отрабатывать музыкальные упражнения для пяти пальцев, чтобы ее играть? Китс избегал комнаты для вскрытия, и кто может в этом его упрекнуть? Так же как и Дарвин. Возможно, если бы его обучали менее практическим способом, то Китс бы более симпатизировал науке и Ньютоном.

Именно здесь я искал бы точку соприкосновения с самым известным британским журналистским критиком науки, Саймоном Дженкинсом, бывшим редактором «Таймс». Дженкинс более грозный противник, чем другие, которых я процитировал, потому что он знает, что говорит. Он с готовностью признает, что научные книги могут быть вдохновляющими, но он возмущен высокой научной планкой, поднятой в современных программах обязательного образования. В записанной на пленку беседе со мной в 1996, он сказал:

Я могу вспомнить лишь очень немного научных книг из прочитанных мною, которые я бы назвал полезными. То, чем они были, замечательно. Они фактически заставили меня чувствовать, что мир вокруг меня гораздо более полное, намного более замечательное, намного более удивительное место, чем я когда-либо понимал каким он был. Это было для меня чудом науки. Вот почему научная фантастика сохраняет свое неотразимое обаяние для людей. Именно поэтому движение научной фантастики в биологию столь интригует. Я думаю, что наука имеет замечательную историю, которую следует рассказать. Но она не настолько полезна. Она не так полезна, как курс бизнес-исследований или полезно право или даже курс политэкономии.

Взгляд Дженкинса, что наука бесполезна, является настолько особенным, что я

пройду по нему. Обычно даже самые строгие критики признают, что наука полезна, возможно слишком полезна, в то же самое время пропускают более важный момент Дженкинса, что она может быть замечательной. Для них наука в ее полезности подрывает нашу человечность или разрушает тайну, на которой, как иногда думают, процветает поэзия. Для другого созерцательного британского журналиста, Брайана Апплеяра, писавшего в 1992 году, наука наносит «ужасный духовный ущерб». Она «убеждает нас отступить от самих себя, своей истинной сущности». Это возвращает меня к Китсу и его радуге, и приводит нас к следующей главе.

### 3. ШТРИХ-КОДЫ В ЗВЕЗДАХ

*Nor ever yet  
The melting rainbow's vernal-tinctur'd hues  
To me have shone so pleasing, as when first  
The hand of science pointed out the path In which the sun-beams  
gleaming from the west Fall on the wat'ry cloud, whose darksome veil  
Involves the orient, and that trickling show'r  
Piercing thro' every crystalline convex  
Of clust'ring dew-drops to their flight opposed,  
Recoil at length where concave all behind  
Th'intemal surface of each glassy orb  
Repells their forward passage into air;  
That thence direct they seek the radiant goal  
From which their course began; and as they strike  
In diff'rent lines the gazer's obvious eye,  
Assume a different lustre, thro' the brede  
Of colours changing from the splendid rose  
To the pale violet's dejected hue.*

«Никогда живые цветы радуги не были столь прекрасны для моих взоров, как когда рука науки показала мне путь солнечных лучей, исходящих от запада, и упадающих на темное облако, которого покрывало заслоняет восток; как когда она мне внушила, что сие облако превращается в дождь или в капли росы, и что тогда оно разделяется на бесконечное число прозрачных шариков, которых поверхности впуклые к одной и выпуклые к другой стороне, принимают ударяющиеся в них лучи, отбрасывают потом их на воздух, принуждают отклоняться к светозарному источнику из которого они проистекли, и отсылают к различным устремлениям к оку встречаемого и удивленного зрителя, в котором они изображают все цветы и неприметные смежности красок от светлотелесного розового до темнофиалкового вида.»

**МАРК ЭЙКЕНСАЙД «Услады воображения» (1744).**

В декабре 1817 английский живописец и критик Бенджамин Хэйдон представил Джона Китса Уильяму Уордсуорту на обеде в своей лондонской студии, вместе с Чарльзом Лэмом и другими из английского литературного круга. На представлении была новая картина Хэйдона, изображавшая Христа, входящего в Иерусалим, сопровождаемого образами Ньютона в качестве сторонника и Вольтера в качестве скептика. Лэм, выпив, упрекнул Хэйдона за изображение Ньютона, «человека, который не верил ничему, если это не было столь же ясно, как три стороны треугольника». Ньютон, согласился с Лэмом Китс, разрушил всю поэзию радуги, сведя ее к разложенным призмой цветам.

«Невозможно было не поддаться ему, – сказал Хэйдон, – и все мы выпили за здоровье Ньютона и посрамление математики». Спустя годы, Хэйдон вспоминал этот «бессмертный обед» в письме к Уордсуорту, своему оставшемуся в живых приятелю.

И разве Вы не помните предложение Китса «посрамить память о Ньюtone», и, после того, как Вы настояли на объяснении, прежде чем выпить за это, его высказывание: «потому что он разрушил поэзию радуги, сведя ее до призмы»? Ах, мой дорогой старый друг, мы с Вами никогда не увидим такие дни снова!

*Хэйдон, «Автобиография и мемуары».*

Спустя три года после обеда Хэйдона, в своей длинной поэме «Ламия» (1820) Китс написал:

От прикосновенья  
Холодной философии – виденья  
Волшебные не распадутся ль в прах?  
Дивились радуге на небесах  
Когда-то все, а ныне – что нам в ней,  
Разложенной на тысячу частей?  
Подрезал разум ангела крыла,  
Над тайнами линейка верх взяла,  
Не стало гномов в копи заповедной –  
И радуга расплетена...

Уордсуорту следовало бы уважать науку и Ньютона («одинокое путешествующего по неведомым морям мысли»). Он также, в своем предисловии к «Лирическим балладам» (1802), предвкушал время, когда «самые отдаленные открытия химика, ботаника или минералога будет подходящим объектом поэтического искусства, как и любые, на которых оно может применяться». Его соавтор Кольридж сказал в другом месте, что «души 500 сэров Исааков Ньютонов станут компенсацией за Шекспира или Милтона». Это может быть расценено как неприкрытая враждебность выдающегося романтика к науке вообще, но случай Кольриджа более сложен. Он изучал многие науки и представлял себя научным мыслителем, не в последнюю очередь по вопросу света и цвета, где он утверждал, что предвосхитил Гете. Некоторые из научных спекуляций Кольриджа, оказывается, плагиат, и он, возможно, проявил неумение выбирать тех, у кого заимствовать. Кольридж проклинал не ученых вообще, а Ньютона в частности. Он был высокого мнения о сэре Хэмфри Дэйви, чьи лекции он посещал в Королевской ассоциации, «чтобы возобновить свой запас метафор». Он чувствовал, что открытия Дэйви, по сравнению с открытиями Ньютона, были «более интеллектуальными, больше облагораживали и вдохновляли человеческую природу». Использование им слов облагораживали и вдохновляли предполагает, что Кольридж, возможно, имел добрые намерения относительно науки, или даже относительно Ньютона. Но он был не в состоянии жить согласно своим собственным идеалам, «развить и упорядочить» свои идеи в «четких, ясных и передаваемых концепциях». Непосредственно по вопросу о спектре и расплетении радуги, в письме от 1817 года он стал почти вне себя от унижения:

Для меня, признаюсь, точка зрения Ньютона, во первых, о Луче Света, как физический синусоидальной неделимой сущности, во-вторых, что 7 определенных сущностей сосуществуют (благодаря каким связкам?) в этом комплексе все же делимого Луча; в-третьих то, что Призма – простой механический Рассеиватель этого Луча; и наконец, что Свет – их общий результат, является унижением.

В другом письме 1817 года Кольридж развил свою тему:

Таким образом снова Цвет является Тяготением под властью Света, Желтый – положительный, Синий – отрицательный Полюс, а Красный – зенит или Экватор; в то время как Звук, с другой стороны, является Светом под властью или

верховенством Тяготения.

Возможно, Кольридж просто родился слишком рано, чтобы быть постмодернистом:

Различение образов/масс, распространенное в «Радуге земного притяжения», также очевидно у Вайнланда, хотя в более самостоятельном смысле. Так Деррида использует термин «субсемиотическая культурная теория», чтобы обозначить роль читателя как поэта. Таким образом, предмет контекстно увязан в посткультурную капиталистическую теорию, включающую язык в качестве парадокса.

Это с <http://www.cs.monash.edu.au/links/postmodern.html>, где можно найти буквально несметное количество подобной ерунды. Бессмысленная игра слов модных франкоязычных ученых, блестяще представленная в «Интеллектуальных уловках» Алана Сокала и Жана Брикмона (1998), кажется, не имеет никакой другой функции, чем произвести впечатление на легковверного. Они даже не хотят, чтобы их понимали. Коллега призналась американскому приверженцу постмодернизма, что она считает его книгу очень трудной для понимания. «О, большое спасибо,» – улыбнулся он, очевидно, наслаждаясь комплиментом. Научные скитания Кольриджа, в отличие от этого, кажется, показывают, некоторое подлинное, хотя и непоследовательное, желание понять мир вокруг него. Мы должны представить его как уникальную аномалию и двигаться дальше.

Почему в «Ламии» Китса философия правил и границ «холодная», и почему все очарование при этом исчезает? Что столь угрожающего в объяснении? Тайны не теряют свою поэзию, когда они разгаданы. Совсем наоборот; разгадка часто оказывается красивее, чем загадка, и в любом случае, когда вы разгадали одну тайну, вы обнаруживаете другие, возможно, чтобы пробудить большую поэзию. Выдающегося теоретического физика Ричарда Фейнмана друг обвинил в том, что ученый не замечает красоту цветка, изучая его. Фейнман ответил:

Красота, которая там есть для Вас, также доступна и для меня. Но я вижу более глубокую красоту, которая не столь легко доступна для других. Я могу видеть сложные взаимосвязи цветка. Цвет цветка красный. Означает ли факт наличия у растения цвета, что он эволюционировал, чтобы привлечь насекомых? Это добавляет следующий вопрос. Могут ли видеть насекомые цвет? Есть ли у них эстетический вкус? И так далее. Я не вижу, как изучение цветка сколько-нибудь умаляет его красоту. Оно только добавляет.

*из «Памяти Ричарда Фейнмана», The Skeptical Inquirer (1988).*

Разложение Ньютоном радуги на свет с различными длинами волн привел к теории электромагнетизма Максвелла и отсюда к специальной теории относительности Эйнштейна. Если вы думаете, что у радуги есть поэтическая тайна, вы должны попробовать теорию относительности. Сам Эйнштейн открыто делал эстетические оценки в науке и, возможно, зашел слишком далеко. «Самая красивая вещь, с которой мы можем столкнуться, – сказал он, – это загадочное. Оно – источник всего настоящего искусства и науки.» Сэр Артур Эддингтон, собственные научные труды которого были отмечены за поэтический талант, использовал солнечное затмение 1919 года, чтобы проверить Общую Теорию Относительности, и возвратился с острова Принсипи, чтобы объявить, по выражению Банеша Хоффманна, что в Германии живет самый великий ученый столетия. Я читал эти слова с комом в горле, но сам Эйнштейн отнесся весьма спокойно. В случае любого другого результата он «сожалел бы за [ошибку] дорогого Господа. [Поскольку] Теория верна.»

Исаак Ньютон создал личную радугу в темной комнате. Маленькое отверстие в ставне пропускало солнечный луч. На его пути он поместил свою знаменитую призму, которая преломляла (изгибала) солнечный луч на угол, первый раз, когда тот проникал в стекло, затем снова, когда он проходил через дальнюю грань снова в воздух. Когда свет падал на

дальнюю стену комнаты Ньютона, цвета спектра ясно отображались. Ньютон был не первым, кто сделал искусственную радугу призмой, но он был первым, кто использовать ее, чтобы продемонстрировать, что белый свет является смесью различных цветов. Призма разделяет их, изгибая на различные углы, синий на более крутой угол, чем красный; зеленый, желтый и оранжевый – на промежуточные углы. Другие, понятное дело, думали, что призма изменяла качество света, безусловно подкрашивая его вместо того, чтобы выделить цвета из существующей смеси. Ньютон окончательно решил вопрос в двух экспериментах, в которых свет проходил через вторую призму. В своем решающем эксперименте за первой призмой он поместил разрез, который позволил проходить только маленькой части спектра, скажем, красной. Когда этот красный свет снова преломлялся второй призмой, появлялся только красный свет. Это показывало, что свет качественно не изменялся призмой, а просто разделялся на компоненты, которые обычно смешаны. В своем другом итоговом эксперименте Ньютон переворачивал вторую призму вверх тормашками. Спектральные цвета, которые были разделены первой призмой, сводились снова вместе второй. То, что получалось, было воссозданным белым светом.

Самый легкий способ понять спектр – через волновую теорию света. Особенность волн в том, что ничто фактически не проходит весь путь от источника до конечного пункта. Такое движение локальное и мелкомасштабное. Локальное движение вызывает движение в следующем локальном участке, и так далее на всем протяжении линии, как знаменитая волна на футбольном стадионе. Первоначальная волновая теория света, в свою очередь, была заменена квантовой теорией, согласно которой свет передается в виде потока дискретных фотонов. Физики под моим нажимом признают, что поток фотонов течет от солнца так, как не путешествуют футбольные болельщики с одного конца стадиона в другой. Однако остроумные эксперименты в этом веке показали, что даже в квантовой теории фотоны также все таки ведут себя и как волны. Для многих задач, включая нашу в этой главе, мы можем забыть квантовую теорию и рассматривать свет просто как волны, распространяющиеся от источника света, как рябь на воде, когда брошен камень. Но волны света движутся несравнимо быстрее и распространяются в трех измерениях. Расплетать радугу означает разделять ее на составные части с различными длинами волн.

Белый свет – смешанная комбинация длин волн, визуальная какофония. Белые объекты отражают свет всех длин волн, но, в отличие от зеркал, они при этом рассеивают его беспорядочно. Поэтому Вы видите свет, но не ваше лицо, отраженное от белой стены. Черные объекты поглощают свет всех длин волн. Цветные объекты, из-за атомного строения своих пигментов или поверхностных слоев, поглощают свет некоторых длин волн и отражают другие длины волн. Оконное стекло позволяет свету всех длин волн проходить сквозь него. Цветное стекло пропускает свет некоторых длин волн, поглощая свет других длин волн.

Что же такого в преломляющем свойстве стеклянной призмы или, при надлежащих условиях, капле дождя, что расщепляет белый свет на отдельные цвета? И вообще, почему лучи света преломляются стеклом и водой? Преломление происходит из-за замедления света, когда он переходит из воздуха в стекло (или воду). Он ускоряется снова, когда выходит из стекла. Как это может быть, учитывая авторитетное мнение Эйнштейна, что скорость света является великой физической константой вселенной, и ничто не может двигаться быстрее? Ответ в том, что легендарная предельная скорость света, выражаемая символом  $c$ , достигается только в вакууме. Когда свет распространяется через прозрачное вещество, такое как стекло или вода, он замедляется фактором, известным как «коэффициент преломления» этого вещества. Он замедляется также воздухом, но в меньшей мере.

Но почему замедление преобразуется в изменение угла? Если луч света будет прямо направлен на стеклянный блок, то он продолжится под тем же самым углом (прямо вперед), но будет замедленным. Однако если он попадает на поверхность под углом, он отклоняется к меньшему углу, поскольку начинает распространяться медленнее. Почему? Физики выдумали «Принцип наименьшего действия», который, будучи не совсем

удовлетворительным в качестве окончательного объяснения, по крайней мере делает его чем-то, что мы можем близко воспринимать. Вопрос хорошо излагается в «Возвращаясь к вопросу о Сотворении» Питера Аткинса (1992). Некоторая физическая сущность, в данном случае пучок света, ведет себя, как будто добиваясь экономии, стараясь что-то минимизировать. Вообразите себя спасателем на берегу, мчащимся, чтобы спасти тонущего ребенка. Дорога каждая секунда, и вы должны потратить как можно меньше времени, чтобы добраться до ребенка. Вы можете бежать быстрее, чем плыть. Ваш путь к ребенку сначала проходит по земле и поэтому быстрее, затем через воду и намного медленнее. При условии, что ребенок находится в море не прямо напротив Вас, как Вы минимизируете время преодоления пути? Вы могли бы взять направление по прямой, минимизируя расстояние, но при этом не будет минимизировано потраченное время, потому что остается слишком большой путь через воду. Вы могли бы бежать прямо к тому месту на краю моря, которое находится непосредственно напротив ребенка, затем плыть в море прямо. Это максимизирует бег за счет плавания, но даже это – не самый быстрый курс из-за большего общего покрываемого расстояния. Легко понять, что самый быстрый курс должен пролегать к берегу под критическим углом, который зависит от отношения скорости Вашего бега к скорости Вашего плавания, затем резко переключиться на новый угол для пути вплавь. В терминах аналогии, скорость плавания и скорость бега соответствуют коэффициентам преломления воды и воздуха. Конечно, лучи света не «стараятся» преднамеренно минимизировать время пути, но все, что касается их поведения, имеет смысл, если вы предполагаете, что они бессознательно делают нечто эквивалентное. Аналогия может быть выражена приемлемо в терминах квантовой теории, но это здесь выходит за пределы моей области, и я рекомендую книгу Аткинса.

Спектр зависит от того, что свет различных цветов, замедляется в различной степени: коэффициент преломления данного вещества, скажем стекла или воды, больше для синего света, чем для красного. Вы можете представить себе синий свет, как более медленного пловца, чем красный, запутавшегося в дебрях атомов в стекле или воде из-за своей короткой длины волны. Свет всех цветов меньше запутывается среди более редких атомов воздуха, но синий все равно распространяется медленней, чем красный. В вакууме, где вообще нет никаких дебрей, свет всех цветов имеет одну и ту же скорость: великую, всеобщую максимальную  $c$ .

Капли дождя имеют более сложный эффект, чем призма Ньютона. Будучи примерно сферической, их задняя поверхность действует как вогнутое зеркало. Таким образом, они отражают солнечный свет после его преломления, что является причиной, почему мы видим радугу в области неба напротив солнца, а не тогда, когда смотрим в направлении солнца сквозь дождь. Представьте, что Вы стоите спиной к солнцу, глядя в направлении дождя, желательно на фоне свинцового неба. Мы не увидим радугу, если солнце в небе будет выше, чем 42 градуса над горизонтом. Чем ниже солнце, тем выше радуга. По мере того, как солнце встает утром, радуга, если она видна, садится. По мере того, как солнце садится вечером, радуга поднимается. Поэтому давайте предположим, что сейчас раннее утро или время перед закатом. Представьте отдельную каплю дождя в виде сферы. Солнце сзади и немного выше Вас, и свет от него попадает в каплю дождя. На границе воздуха с водой он преломляется, и различные длины волн, составляющие солнечный свет, изгибаются на различный угол, как в призме Ньютона. Развернутые цвета проходят через внутреннюю часть дождевой капли, пока не достигают ее вогнутой дальней стенки, где они отражаются назад и вниз. Они снова покидают каплю дождя, и некоторые из них заканчиваются в Вашем глазу. В то время как они проходят из воды обратно в воздух, они преломляются второй раз, различные цвета снова изгибаются на различный угол.

Так, полный спектр – красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый – покидает нашу одну каплю дождя, и подобный же спектр покидает другие дождевые капли рядом. Но лишь маленькая часть спектра от любой капли дождя попадает в Ваш глаз. Если Ваш глаз получает луч зеленого света от одной конкретной капли дождя, синий свет от этой



же капли дождя идет выше вашего глаза, а красный свет от этой конкретной капли – ниже. Тогда почему Вы видите полную радугу? Потому что есть много различных капель дождя. Полоса из тысяч дождевых капель дает Вам зеленый свет (и одновременно дает синий свет любому, кто мог бы соответственно находиться выше Вас, и одновременно дает красный свет кому-то еще ниже Вас). Другая полоса из тысяч капель дождя дает Вам красный свет (и дает кому-то еще синий...), другая полоса из тысяч капель дает вам синий свет, и так далее. Дождевые капли, доставляющие вам красный свет, все находятся на фиксированном расстоянии от вас, что является причиной, почему красная полоса изогнута (вы – центр круга). Капли, предоставляющие Вам зеленый свет, также находятся на фиксированном расстоянии от вас, но на более коротком. Таким образом круг, на котором они расположены, имеет меньший радиус, и зеленая кривая находится внутри красной кривой. Затем в ней располагается синяя кривая, и вся радуга построена в виде ряда кругов с Вами в центре. Другие наблюдатели будут видеть иные радуги, центрированные на наблюдателе.

Итак, радуга отнюдь не берёт начало в особом «месте», где феи могли прятать горшочек с золотом. Радуг столько, сколько глаз смотрит на ливень. Различные наблюдатели, смотрящие на один и тот же дождь с разных позиций, обнаружат свои собственные радуги, использующие свет из различных множеств капель. Строго говоря, даже ваши оба глаза видят разные радуги. И когда мы едем вдоль дороги, глядя на «одну» радугу, на самом деле мы видим множество радуг, быстро сменяющих друг друга. Я думаю, если бы Уордсуорт осознал всё это, он бы написал что-то превосходящее строки «Моё сердце выпрыгивает, когда я вижу радугу в небе» (хотя, я должен сказать, трудно превзойти последующие строки).

Следующее осложнение состоит в том, что капельки дождя сами по себе падают, или развеваются. Так что отдельная капля может пройти сквозь отрезок, на котором она посылает, скажем, красный свет к вам, а затем переместиться в жёлтую область. Но вы продолжаете видеть красный участок, если ничто не изменилось, потому что новые капли дождя занимают место прошлых. Ричард Уилан, в его любимой Книге Радуг (1997), которая является источником многих моих радужных цитат, цитировал Леонардо да Винчи:

Взгляни на лучи солнца в композиции радуги, на цвета порождённые падающим дождём, где каждая капля в своём падении принимает все цвета в радуге.

*Трактат о Живописи (1490-е).*

Иллюзия радуги сама по себе остаётся неподвижной, несмотря на то что капли, которые её создают, падают и разносятся ветром. Кольридж писал:

Неподвижная радуга в быстро движущемся, спешащем потоке-тумане.  
Что за скопление образов и чувств, удивительное постоянство среди быстрой изменчивости бури – тишина, дочь шторма.

*из «Anima Poetae» (опубликовано в 1895).*

Его друг Уордсуорт также был очарован неподвижностью радуги перед лицом бушующего дождя:

Пока, не могу сказать по какой страной случайности, облака сочетаются с ветром, большая неискажённая радуга стоит неподвижно в небе.

*Прелюдия (1815).*

Часть романтизма радуги исходит из иллюзии, что она всегда высоко расположена над горизонтом вдалеке, огромная дуга недостижимо отодвигается, когда мы приближаемся. Но «радуга в волне прибрежной» Китса была близко. И иногда вы можете видеть радугу, как завершённый круг, всего несколько футов в диаметре,двигающуюся вдоль ближайшей части

изгороди, мимо которой вы проезжаете. (Радуга выглядит полукругом только потому, что горизонт мешает нижней части круга). Радуга кажется такой большой отчасти из-за иллюзии расстояния. Мозг проецирует изображение дальше на небо, увеличивая его. Вы можете добиться такого же эффекта, посмотрев на яркую лампу, чтобы «отпечатать» остаточное изображение на вашей сетчатке, а затем «проектировать» его на расстояние, глядя на небо. От этого оно кажется большим.

Есть и другие очаровательные сложности. Я сказал, что свет от солнца входит в каплю через верхнюю четверть поверхности, обращённой к солнцу, а покидает через нижнюю. Но, разумеется, ничто не мешает солнечному свету войти через нижнюю четверть. При должных условиях, он может дважды отразиться внутри сферы, покинув нижнюю часть капли, чтобы затем попасть в глаз наблюдателю, также преломляясь, чтобы образовать вторую радугу, на 8 градусов выше первой, с обращёнными цветами. Конечно же, для любых наблюдателей, обе радуги передаются разными совокупностями капель. Двойную радугу видят не часто, но Уордсуорту должно быть представился такой случай, и его сердце при этом, несомненно, подпрыгнуло ещё выше. Теоретически, могут быть другие, более тусклые радуги, расположенные концентрически, но они очень редко видны. Разве кто-то может всерьёз сказать, что стало хуже, от рассказа о том, что происходит внутри тысяч этих падающих, сверкающих, отражающих и преломляющих капель? Рёскин писал в «Современных художниках III» (1856):

Для большинства людей радость неведения предпочтительнее осведомлённости. Лучше постигать небо как синий купол, нежели чёрную бездну, а облака — как золотой трон, нежели влажный туман. Я часто спрашивал у кого-нибудь, кто знает оптику, насколько религиозным бы он не был, может ли он ощущать в равной степени удовольствие и благоговение, которые необразованный крестьянин может почувствовать, увидев радугу. Мы не можем постичь тайну отдельного цветка, и предназначен ли он чтоб мы могли; но это преследование науки должно быть навсегда остановлено любовью к красоте, и точность знаний — нежностью эмоций.

Всё это придаёт правдоподобия теории, о том что брачная ночь бедного Рёскина была загублена ужасным открытием, что у женщины имеются лобковые волосы.

В 1802, пятнадцатью годами ранее появления «Immortal dinner» Хейдона, английский физик Уильям Волластон провёл аналогичный Ньютону эксперимент, но у него солнечный луч проходил через узкую щель, перед тем как попасть на призму. Спектр, возникший из призмы, образовал серию узких полосок различной длины волны. Отрезки сливались друг с другом, образуя спектр, но, пройдясь по спектру, он увидел узкие чёрные линии в некоторых местах. Эти линии позднее были измерены и систематизированы в каталоге немецкого физика Йозефа фон Фраунгофера, в честь которого они теперь названы. Фраунгоферовы линии имеют характерное расположение, отпечаток — или штрих-код, если использовать более позднюю аналогию — который зависит от химической природы вещества, через которые лучи прошли. Водород, например, производит свой характерный рисунок штрих-кода из линий и пробелов, натрий — другой рисунок, и так далее. Волластон видел только семь линий, лучшие инструменты Фраунгофера обнаружили 576, а современные спектроскопы — около 10000.

Штрих-кодовый отпечаток элемента определяется не только расстояниями между линиями, но и их положением на радужном фоне. Точные штрих-коды водорода и всех элементов теперь аккуратно объяснены квантовой теорией, но это то место, где я должен извиниться и отступить. Иногда мне кажется, что я могу оценить поэзию квантовой теории, но я до сих пор пытаюсь понять её в достаточной мере, чтобы объяснить другим. На самом деле, возможно никто в действительности не понимает квантовой теории, возможно от того что естественный отбор приспособил наши мозги выживать в мире больших, медленных вещей, где квантовые эффекты сглажены. Это хорошо отметил Ричард Фейнман, который

также считал своей обязанностью сказать: «Если Вы думаете, что понимаете квантовую теорию – Вы не понимаете квантовую теорию!» Думаю, что я добился наиболее близкого понимания благодаря изданным лекциям Фейнмана и удивительной и волнующей книге Дэвида Дойча «Структура реальности» (1997). (Я считаю ее вдвойне тревожащей, потому что не могу отличить, когда читаю общепринятую физику, а когда собственные смелые предположения автора). Независимо от сомнений физика относительно того, как интерпретировать квантовую теорию, никто не сомневается относительно ее феноменального успеха в детальном предсказании экспериментальных результатов. И к счастью, для целей этой главы, достаточно знать, как мы знали со времен Фраунгофера, что каждый из химических элементов достоверно проявляет уникальный штрихкод характерно расставленных ясных линий, отмеченных поперек спектра.

Есть два способа, которыми можно наблюдать линии Фраунгофера. Я пока упомянул темные линии на фоне радуги. Они возникают, потому что каждый элемент на пути света поглощает специфичные длины волн, избирательно удаляя их из наблюдаемой радуги. Но аналогичный рисунок ярких цветных линий на темном фоне создается, если тот же элемент заставить светиться, как в случае, когда он входит в состав звезды.

Уточнение Фраунгофера ньютоновского расплетения было уже известно, когда французский философ Огюст Конт опрометчиво написал относительно звезд:

Мы никогда не сможем изучать, любым методом, их химический состав или их минералогическую структуру... Наше определенное знание звезд обязательно ограничено их геометрическими и механическими признаками.

*Курс позитивной философии (1835).*

Сегодня, благодаря тщательному анализу штрихкодов Фраунгофера в звездном свете, мы знаем довольно подробно, из чего сделаны звезды, хотя наши перспективы их посещения едва ли сколько-нибудь лучше, чем они были во времена Конта. Несколько лет назад мой друг Чарльз Симони проводил дискуссию с прежним председателем американского Федерального резервного банка. Этот джентльмен знал, что ученые были удивлены, когда НАСА обнаружило, из чего действительно сделана Луна. Так как луна намного ближе, чем звезды, рассуждал он, наши предположения о звездах, вероятно, будут еще более неправильны. Звучит правдоподобно, но, как мог сказать ему доктор Симони, в реальности все наоборот. Независимо от того, насколько далекими могут быть звезды, они испускают свой собственный свет, и в этом вся разница. Весь лунный свет – отраженный свет солнца (факт, в который Д. Г. Лоуренс, как говорят, отказался верить: это оскорбляло его поэтические чувства), поэтому его спектр не помогает нам анализировать химическую природу луны.

Современные инструменты потрясающе превосходят призму Ньютона, но сегодняшняя наука спектроскопия – прямая преемница его расплетения радуги. Спектр испускаемого звездой света, особенно его фраунгоферовы линии, говорят нам очень детально, какие химические вещества присутствуют в звезде. Они также говорят нам о температуре, давлении и размере звезды. Они являются основой исчерпывающей классификации естественной истории звезд. Они помещают наше солнце на подходящее ему место в большом каталоге звезд: класс G2V, желтый карлик. Цитирую популярный журнал астрономии, «Sky and Telescope», от 1996 г.:

Тем, кто может понять его значение, спектральный код сразу же говорит, какого рода объектом является звезда – о ее цвете, размере, и яркости, ее истории и будущем, ее особенностях, и как она выглядит в сравнении с Солнцем и звездами всех других типов.

Благодаря расплетению звездного света в спектроскопах мы знаем, что звезды являются ядерными печами, сплавляющими гелий из водорода, который преобладает в их

составе; затем сжимают вместе ядра гелия в следующий каскад примесей, что создает большую часть остальных элементов, формируя атомы среднего размера, из которых, в конечном счете, созданы мы.

Расплетение Ньютона проложило путь к открытию девятнадцатого столетия, что видимая радуга, обод, который мы фактически видим, является узким просветом в широком спектре электромагнитных волн. Видимый свет охватывает длины волны от 0.4 миллионных метра (фиолетовый) до 0.7 миллионных метра (далекий красный). Немного более длинными, чем красные являются инфракрасные лучи, которые мы воспринимаем как невидимое тепловое излучение и которые используют некоторые змеи и управляемые ракеты для наведения на цель. Немного более короткими, чем фиолетовые, являются ультрафиолетовые лучи, которые жгут нашу кожу и вызывают рак. Радиоволны гораздо длиннее, чем красный свет. Их длины измеряются сантиметрами, метрами и, даже, тысячами метров. Между ними и инфракрасными волнами на спектре лежат микроволны, которые используются в радарх и быстром приготовлении пищи. Короче ультрафиолетовых лучей – рентгеновские лучи, которые используются чтобы видеть кости сквозь плоть. Короче их всех – гамма лучи, чья длина измеряется в триллионных долях метра. Нет ничего особенного в узком диапазоне длин волн, который мы называем светом, кроме того что мы можем их видеть. Для насекомых, видимый свет целиком сдвинут по спектру. Ультрафиолетовый для них видимый цвет («пчелиный фиолетовый»), и они слепы к красному (который они могли бы назвать «инфражёлтый»). Излучения во всем широком спектре могут быть также расплетены, как и радуга, хотя инструменты, которые мы используем для расплетения – радио-тюнер вместо призмы, например – различаются для разных частей спектра.

Цвета, к которым мы на самом деле привыкли, субъективное ощущение красноты и синевы, – это произвольные ярлыки, которые наши мозги навешивают на свет разной длины волны. В самом понятии красноты нет ничего «длинного». Знание как выглядят красный и синий не помогает нам запомнить какая волна длиннее. Мне периодически приходится вспоминать это, хотя я никогда не забываю что звук сопрано имеет волны короче, чем бас. Мозгу нужны удобные внутренние ярлыки для различных частей настоящей радуги. Никто не знает, соответствует ли моё ощущение красного вашему, но мы можем легко согласиться, что свет который я называю красным, тот же самый, что и вы называете красным и он, если его измерит физик, будет иметь большую длину волны. Субъективно, я бы счел, что фиолетовый выглядит краснее, чем синий, даже несмотря на то что он находится дальше по спектру от красного. Возможно, вы согласитесь. Видимый красноватый оттенок в фиолетовом это особенность нервной системы, а не физики спектра.

Бессмертный Доктор Дулиттл Хью Лофтинга полетел на луну и начал видеть ослепляющий диапазон новых цветов, настолько отличающихся от наших привычных цветов, как красный от синего. Даже в фантастике мы можем быть уверены что подобное никогда не случится. Оттенки, которые встретятся любому путешественнику к другим мирам, будут производной работы мозга, которую он привезёт с собой с родной планеты.<sup>5</sup>

Сейчас мы достаточно детально знаем, как глаз сообщает мозгу о длине волны света. Он использует трёх-цветовой код, как в цветном телевидении. Сетчатка человека обладает четырьмя типами светочувствительных клеток: три типа «колбочек», плюс «палочки». Все четыре типа схожи и, несомненно, произошли от общего предка. Одна из особенностей

---

<sup>5</sup> Цвет – богатый источник философских спекуляций, которые часто плохо научно информированы. Достойной попыткой исправить это является книга Хардина 1988 года: «Цвет для философов: расплетая радугу». Со смущением должен заметить, что я обнаружил эту книгу, и, в частности, её великолепное заглавие, только после того, как моя ушла к издателям. Кстати, Доктора Дулиттла может быть трудно отыскать, так как сейчас он часто отвергается помпезно-корректными библиотекарями. Они беспокоятся о расизме в «Истории доктора Дулиттла», но он был повсеместен в 1920-е. В любом случае, он компенсируется блистательной борьбой доктора против работорговли в «Почте доктора Дулиттла», и, более основательно, точкой зрения, что все книги о докторе Дулиттле выступают против порока видового шовинизма, который сегодня столь же неоспорим, как был расизм ранее. (прим. автора)

любого вида клеток, которую легко забыть – то, насколько замысловато сложной является даже единственная клетка, значительная часть сложности составлена изящной свернутостью внутренних мембран. Каждая крошечная палочка или колбочка содержат целый ряд мембран, упакованных подобно высокой стопке книг. Длинная, тонкая молекула, пронизывающая вперед-назад каждую книгу – это белок, называемый родопсином. Как многие белки, родопсин ведет себя как фермент, катализирующий особую химическую реакцию, обеспечивая место правильной формы, куда вставляются особые молекулы.

Именно эта трёхмерная форма молекулы фермента, придающая ей каталитические свойства, работает как аккуратно сформованный, хотя немного податливый, шаблон, чтобы другие молекулы усаживались в него и сводились друг с другом – иначе они должны были бы полагаться на случайное столкновение друг с другом (вот почему ферменты так значительно ускоряют химические реакции). Изящность этой системы является одной из ключевых вещей, делающую жизнь возможной, но порождает проблему. Молекулы ферментов часто способны принимать несколько форм, а, обычно, только одна из них желательна. Большей частью работы естественного отбора на протяжении миллионов лет было отыскать «решительные», или «непереубеждаемые» молекулы, чьё «предпочтение» к их благоприятной форме было бы сильнее, чем их тенденция принимать любую другую форму. Молекула с двумя альтернативными формами может быть ужасной угрозой. «Коровье бешенство», «овечья трясучка», и их человеческие копии болезни Куру и Крейтцфельда-Якоба, вызываются протеинами, называемыми прионы, имеющими две альтернативные формы. Обычно они сворачиваются в одну из двух форм, и в этой конфигурации они совершают полезную работу. Но иногда они принимают альтернативную форму. И тогда случаются ужасные вещи. Присутствие одного протеина в такой альтернативной форме, приводит к тому что другие поддаются пагубному влиянию. Эпидемия искажённых протеинов прокатывается по всему телу, как волна падающих домино. Единственный искажённый протеин может заразить новое тело и вызвать новую волну домино. Последствие – смерть от губчатых полостей в мозгу, потому что протеин в его альтернативной форме не может делать свою обычную работу.

Прионы приводят в замешательство, поскольку они распространяются как самореплицирующиеся вирусы, хотя они являются протеинами, а протеинам не положено самореплицироваться. В учебниках биологии говорится что саморепликация – уникальная привилегия полинуклеотидов (ДНК и РНК). Однако, прионы самореплицируются только в особом случае, когда одна негодная молекула «убеждает» своих уже существующих соседей преобразиться в такую же форму.

В иных случаях, ферменты с двумя альтернативными формами, используют свою переключаемость должным образом. Переключаемость, в конце концов, основное свойство транзисторов, диодов, и других высокоскоростных электронных переходов, которые делают логические операции компьютера – ЕСЛИ, НЕ, И, ИЛИ, и подобные – возможными. Существуют «аллостерические» протеины, которые переключаются из состояния в состояние подобно транзистору, не посредством инфекционного «убеждения» своих соседей, как в случае прионов, а только если какие-то биологически полезные условия произошли, И НЕ произошли некоторые другие условия. Родопсин – один из этих протеинов-«транзисторов», чья способность иметь две формы весьма полезна, как фотозащитный элемент, он переключается из одного состояния в другое, когда в него попадает свет. Он автоматически перещёлкивается в предыдущую форму после небольшого времени восстановления. В одной из этих двух форм он – мощный катализатор, но не в другой. Итак, когда свет заставляет его перещёлкнуть в активную форму, это запускает особую цепную реакцию и быстрое переворачивание молекул. Это как будто свет повернул кран высокого давления.

Конечный продукт химического каскада в результате – поток нервных импульсов, который передаётся в мозг через ряд нервных клеток, каждая из которых является длинной тонкой трубой. Нервные импульсы – тоже быстро катализируемые химические изменения.

Они стремительно бегут вдоль длинных тонких труб, как подожжённая дорожка пороха. Каждая искрящаяся дорожка дискретна и отдельна от других, таким образом они достигают дальнего конца трубы в виде ряда коротких, быстрых сообщений – нервных импульсов. Скорость поступления нервных импульсов – которая может измеряться сотнями за секунду – является закодированным описанием (в данном случае) интенсивности света, падающего на клетку колбочки или палочки. Что касается отдельной нервной клетки, различие между сильным и слабым возбуждением представляет собой различие между высокоскоростным пулеметным огнем и периодическими выстрелами из винтовки.

Пока то, что я сказал, относится к палочкам и всем трем видам колбочек. Теперь о том, в чем они различаются. Колбочки реагируют только на яркий свет. Палочки чувствительны к слабому свету и необходимы для ночного видения. Палочки обнаружены по всей сетчатке и нигде особо не сконцентрированы, поэтому они бесполезны при разрешении мелких деталей. Вы не сможете ими читать. Вы читаете колбочками, которые чрезвычайно плотно упакованы в одной особой области сетчатки – фовеа<sup>6</sup>. Конечно, чем более плотно они упакованы, тем отчетливее детали, которые могут быть разрешены.

Палочки не задействованы в цветном зрении, поскольку все они имеют одинаковую друг с другом чувствительность к длинам волн. Наиболее чувствительны они к желтому свету в середине видимого спектра, менее чувствительны ближе к обоим концам спектра. Это не означает, что они сообщают мозгу о любом свете как о желтом. Несерьезно даже говорить об этом. Все нервные клетки передают мозгу сообщения в виде нервных импульсов, только и всего. Если палочка передает импульсы быстро, это может означать, что либо есть много красного или синего света, либо что есть немного меньше желтого света. Для мозга единственный способ разрешить неоднозначность состоит в том, чтобы получать одновременные сообщения от нескольких видов клеток, дифференцированно чувствительных к различным цветам.

Здесь в дело вступают три вида колбочек. Три вида колбочек обладают тремя различными типами родопсина. Все они реагируют на свет всех длин волн. Но один вид более чувствителен к синему свету, другой – более чувствителен к зелёному свету, третий – более чувствителен к красному свету. Сравнивая частоту включения трёх видов колбочек – в сущности, вычитая их друг из друга – нервная система способна воссоздать длину волны света, попавшего на сетчатку. В отличие от зрения одними лишь палочками, мозг не путается между слабым светом одного цвета и ярким светом – другого. Мозг, так как получает сообщения от более чем одного вида колбочек, способен вычислить истинный цвет света.

Как я сказал, вспомнив Доктора Дулитла на Луне, цвета, которые в итоге мы думаем что видим – ярлыки, используемые мозгом для удобства. Я был разочарован, когда увидел изображения «ложных цветов», скажем, фотографии Земли со спутника, или созданные компьютером изображения глубокого космоса. Подпись гласила, что цвета условно обозначают, например, разные типы растений, на снимке Африки со спутника. Я думал что изображения ложных цветов – некая разновидность обмана. Я хотел знать, как явление выглядит «в действительности». Теперь я понимаю, что всё, что я вижу, даже цвета моего собственного сада за окном, «ложно» в том же смысле: произвольные условности использованы, в данном случае моим мозгом, как удобные ярлыки к длинам волн света. В главе 11 показано, что всё наше восприятие – разновидность «ограниченной виртуальной реальности», конструируемой мозгом. (На самом деле, я *всё ещё* разочарован изображениями ложных цветов!)

Мы никогда не узнаем, одинаковы ли субъективные ощущения различных людей для конкретных длин волн. Мы можем сравнить мнения о том, какие цвета кажутся смешением каких. Многие из нас найдут правдоподобным, что оранжевый – это смесь красного и

---

<sup>6</sup> В задней части глаза, где зрительная ось пересекает сетчатку, имеется углубление – фовеа, обильно населенная колбочками, отвечающими за зрение при дневном освещении. (прим. верст.)

жёлтого. Статус сине-зелёного, как смеси, передаётся самим сочетанием слов, чего не скажешь о слове «бирюзовый». Спорно, сходятся ли разные языки в разделении спектра. Некоторые лингвисты заявляют, что валлийский язык не различает зелёную и синюю области спектра, в отличие от английского. Вместо этого, говорят, в валлийском языке есть слово соответствующее части зелёного, и другое слово, соответствующее другой части зелёного плюс части синего. Другие лингвисты и антропологи говорят, что это миф, и не более правда, чем в равной степени интересное утверждение, что Инuitы («Эскимосы») обладают 50 различными словами для снега. Эти скептики требуют экспериментальных доказательств того, что способ, которым люди разделяют спектр, универсален, доказательств, полученных благодаря предъявлению большого набора цветных пластинок носителям разных языков. Экспериментальные доказательства, действительно, единственный способ урегулировать вопрос. Но это не означает что, по крайней мере англоговорящим, история про валлийское разделение синего и зелёного не будет казаться неправдоподобной. Ничто в физике не опровергает такого. Эти факты, какими бы они ни были – это факты психологии.

В отличие от птиц, обладающих превосходным цветным зрением, многие млекопитающие не обладают истинным цветным зрением. Другие же, включая некоторых людей, страдающих дальтонизмом, используют двухцветную систему, основанную на двух видах колбочек. Высококачественное цветное зрение с трёх-цветной системой могло эволюционировать у наших предков-приматов как помощь в нахождении фруктов в зелёном лесу. Психолог из Кембриджа, Джон Моллон, даже намекал, что трёхцветная система «это устройство, изобретённое некоторыми фруктовыми деревьями, чтобы распространяться»: оригинальный способ привлечь внимание к факту, что деревья получают выгоду, привлекая млекопитающих есть их фрукты и распространять их семена. Некоторые обезьяны Нового Света практикуют странные схемы, в которых различные особи вида имеют различные комбинации двухцветных систем, и таким образом специализированы, чтобы видеть различные вещи. Никто не знает, какую пользу это им приносит, и приносит ли вообще, но может быть знаменательно, что команды бомбардировщиков во Второй Мировой войне любили включать в свой состав по крайней мере одного дальтоника, который мог распознавать определенные виды камуфляжа на земле.

Расплетая более широкую радугу, двигаясь в другие части электромагнитного спектра, мы отличаем станцию от станции на шкале радиоприемника, мы отделяем разговор от разговора в мобильной телефонной сети. Без точного расплетания электромагнитной радуги мы услышали бы все разговоры одновременно и все частоты на шкале радиоприемника в галдеже белого шума. Другим способом, благодаря специальным компьютерам, расплетание радуги лежит в основе магнитно-резонансной томографии, блистательной технологии, с помощью которой врачи сегодня могут разглядеть трехмерную структуру наших внутренних органов.

Когда источник волн сам движется относительно детектора, случается нечто особое. Существует доплеровское смещение длин волн при их детектировании. Его легко заметить в случае звуковых волн, потому что они распространяются медленно. Звук автомобильного двигателя отчетливо выше, когда приближается, чем когда удаляется. Именно поэтому мы слышим характерный двухтональный звук еее-ааа, когда автомобиль проносится мимо. Голландский ученый Бейс-Баллот в 1845 году впервые проверил предсказание Доплера, наняв духовой оркестр играть в открытом железнодорожном вагоне, мчавшемся мимо публики. Световые волны распространяются настолько быстро, что мы замечаем доплеровское смещение, только если движемся очень быстро к источнику света (в этом случае свет сдвигается к синему концу спектра), или удаляемся от него (при этом свет смещается к красному). Это верно для отдаленных галактик. Факт, что они быстро удаляются от нас, был впервые обнаружен благодаря доплеровскому смещению их света. Он более красный, чем должен быть, последовательно смещенный к длинноволновому, красному концу спектра.



Откуда мы знаем, что свет, пришедший от далёкой галактики, сдвинут к красному? Откуда мы знаем, что он не был изначально красным? Это можно сказать, используя Фраунгоферовы линии в качестве маркеров. Помните, каждый элемент подписывается своим уникальным штрих-кодом линий. Расстояния между линиями индивидуальны, как отпечатки пальцев, но также определена точная позиция каждой линии вдоль радуги. Свет от далёкой галактики демонстрирует штрих-коды, для которых имеются узнаваемые картины расстояний. Именно эта узнаваемость и говорит нам, что другие галактики сделаны из тех же веществ, что и наша. Но вся картина полос сдвинута на определённое расстояние к длинноволновому концу спектра: он краснее, чем должен быть. В 1920, американский астроном Эдвин Хаббл (в честь которого назван Космический Телескоп Хаббл) открыл, что удалённые галактики обладают спектрами, сдвинутыми к красному. Галактики с наиболее выраженным смещением к красному, также наиболее удалены, судя по слабости их света. Известное заключение Хаббла (хотя такие предположения делались ранее другими) было то, что вселенная расширяется, и с любой точки, галактики наблюдаются удаляющимися с ускорением.

Когда мы смотрим на далёкую галактику, мы смотрим в далёкое прошлое, так как свету требуются миллиарды лет, чтобы достигнуть нас. Он становится тусклым, от чего мы знаем, что он пришёл с большого расстояния. Скорость с которой наша галактика удаляется от другой галактики приводит к эффекту смещения спектра в сторону красного. Отношение между расстоянием и скоростью отдаления подчинено законам (это называется «закон Хаббла»). Экстраполируя эти количественные отношения в обратную сторону, мы можем предположить, когда вселенная начала расширяться. Используя язык превалирующей сейчас теории «Большого взрыва», вселенная началась в гигантском взрыве между 10 и 20 миллиардами лет назад. Всё это мы заключили, расплетая радугу. Дальнейшее развитие теории, поддерживаемое всеми доступными доказательствами, предполагает, что само время началось в этом величайшем катаклизме. Вы, вероятно, не понимаете, и я, конечно, тоже, что это может значить, что время само началось в какой-то конкретный момент. Но, ещё раз, это ограничение нашего разума, который был создан ладить с медленными, достаточно крупными объектами в Африканских саваннах, где события происходят последовательно, и для каждого очередного есть предыдущее. Событие, которое не имеет предыдущего, пугает наш бедный разум. Может быть, мы можем принять это только через поэзию. Китс, ты должен был жить в этот час.

Есть ли глаза, где-то там среди галактик, смотрящие назад на нас? И слово Назад – самое подходящее слово, поскольку они могут видеть только наше прошлое. Обитатели мира на расстоянии 100 миллионов световых лет в этот момент видят, если они могут что-нибудь разглядеть на нашей планете, сдвинутых-к-красному динозавров, бегающих по розовой поверхности. Увы, даже если существуют другие существа во вселенной, и даже если у них есть глаза, маловероятно, что их телескопам, какими бы мощными они ни были, хватит разрешения чтобы разглядеть нашу планету, не то что отдельных её обитателей. Мы сами никогда не видели других планет вне нашей солнечной системы. Мы даже не знали обо всех планетах в нашей солнечной системе до последних веков. Нептун и Плутон слишком тусклы, чтобы увидеть их невооружённым глазом. Единственная причина, по которой мы знаем куда направлять телескоп – это вычисления на основе крошечных отклонений в орбитах ближайших планет. В 1846 году два астронома математика Джон Кауч Адамс в Англии и Урбен Леверье во Франции, были независимо озадачены несоответствием между фактическим положением планеты Уран и положением, где он теоретически должен был быть. Оба вычислили, что возмущение может быть вызвано притяжением невидимой массивной планеты находящейся в определенном месте. Немецкий астроном Иоганн Готфрид Галле должным образом установил свой телескоп в нужном направлении и обнаружил Нептун. Плутон был обнаружен таким же образом, уже в 1930 американским астрономом К.В.Томбо, высчитавшим его (гораздо меньшее), гравитационное воздействие на орбиту Нептуна. Джон Китс высоко ценил душевное волнение, которое ощущали те

астрономы:

Я счастлив. Так ликует звездочет,  
Когда, взглядевшись в звездные глубины,  
Он вдруг светило новое найдет.  
Так счастлив Кортес был, чей взор орлиный  
Однажды различил над гладью вод  
Безмолвных Андов снежные вершины.

**«После первого чтения Чапменовского „Гомера“» (1816)  
(Перевод В.Микушевича).**

Я испытываю особую привязанность к этим строкам с тех пор, как они были процитированы мне издателем при первом чтении рукописи «Слепого Часовщика».

Но существуют ли планеты, обращающиеся вокруг других звезд? Это важный вопрос, ответ на который затрагивает нашу оценку повсеместности жизни во Вселенной. Если есть только одна звезда во Вселенной, которая имеет планеты, то эта звезда должна быть нашим Солнцем, и мы очень, очень одиноки. В другой крайности, если каждая звезда – центр солнечной системы, число планет, потенциально доступных для жизни, превосходит любые оценки. Почти вне зависимости от вероятности жизни на каждой отдельной планете, если мы находим планеты, движущиеся вокруг типичных звезд, таких как Солнце, мы чувствуем себя заметно менее одинокими.

Планеты находятся слишком близко к своим солнцам и слишком приглушены их яркостью, чтобы обычно видеть их в наши телескопы. Главное – мы знаем, что у других звезд есть планеты – их открытие ожидало до 1990-ых – снова же, благодаря орбитальным возмущениям, на сей раз обнаруженным с помощью доплеровского смещения в цветах света. Вот как это работает. Мы думаем о Солнце как о центре, вокруг которого вращаются планеты. Но Ньютон говорит нам, что два тела обращаются друг вокруг друга. Если две звезды имеют схожую массу, они называются двойной системой и обращаются друг вокруг друга, как пара гантелей. Чем больше они неравны, тем больше кажется, что более легкая звезда обращается вокруг более тяжелой, которая остается почти неподвижной. Когда одно тело намного больше, чем другое, например солнце с Юпитером, более тяжелое только немного колеблется, в то время как более легкое носится вокруг, как терьер вокруг своего владельца на прогулке.

Именно такие колебания в положениях звезд выдают присутствие невидимых планет, обращающихся вокруг них. Но колебания сами слишком малы, чтобы увидеть их непосредственно. Разрешение наших телескопов не в состоянии отметить такие небольшие изменения в положении, на самом деле, это еще труднее, чем рассмотреть сами планеты. Опять же, на помощь приходит расплетение радуги. Когда звезда колеблется вперед и назад под воздействием обращающейся планеты, свет от нее достигает нас с красным смещением, если она удаляется, и с синим, если она движется к нам. Планеты выдают себя, вызывая крошечные, но измеримые, красно-синие колебания света, достигающего нас от их родительских звезд. Таким же образом, жители на отдаленных планетах могут легко обнаружить присутствие Юпитера, наблюдая за периодическими изменениями оттенка солнца. Юпитер – вероятно, единственная из планет нашего солнца, достаточно большая, чтобы быть обнаруженной таким образом. Наша скромная планета является слишком крошечной, чтобы сделать гравитационную рябь заметной для инопланетян.

Они могли бы, однако, знать о нас посредством расплетения радуги сигналов радио и телевидения, которые мы сами выбрасывали в течение прошлых нескольких десятилетий. Раздувающийся сферический пузырь колебаний, сейчас составляет более чем сто световых лет в поперечнике, и охватывает значительное количество звезд, хотя и незначительную долю от тех, что населяют вселенную. Карл Саган, в своем романе Контакт, мрачно отметил, что в авангарде изображений, объявляющих о земле остальной части вселенной, будет речь

Гитлера, открывающая Олимпийские Игры 1936 года в Берлине. Никакой ответ до сих пор не был выделен, никаких сообщений любого вида от любого другого мира.

Нам никогда не доставалось никаких прямых оснований предполагать, что у нас есть компания. Возможности, что Вселенная кишит жизнью и противоположная возможность того, что мы совершенно одни, в равной степени интересны, каждая по-своему. В любом случае, желание узнать больше о Вселенной, мне кажется непреодолимым, и я не могу себе представить, что кто-нибудь с по-настоящему поэтической чувствительностью может быть не согласен с этим. Я иронично удивлен, как много из того, что мы открыли до сих, пор является прямой экстраполяцией расплетения радуги. И поэтическая красота того, что теперь показало расплетение, от природы звезд до расширения Вселенной, не могла не захватить воображение Китса; должна была приводить Кольриджа в состояние бурной мечтательности; заставляла бы сердце Уордсуорта подсакивать как никогда прежде.

Великий индийский астрофизик Сабрахманьян Чандрасекар сказал в своей лекции в 1975 году:

Этот «трепет перед прекрасным», этот невероятный факт, что открытие, стимулированное поиском красивого в математике, находит свой точный аналог в природе, заставляет меня говорить, что красота это то, чему отвечает человеческий разум в его наибольшей глубине.

Насколько более искренне это звучит, чем знаменитое выражение на первый взгляд схожей эмоции Китса:

«В прекрасном – правда, в правде – красота»  
Всё, что ты знаешь и что знать должна.

#### **«Ода на греческой вазе» (1820)**

Китс и Лэм должны были поднять свои бокалы за поэзию, и за математику, и за поэзию математики. Уордсуорт не нуждался бы ни в каком ободрении. Он (и Кольридж) был вдохновлен шотландским поэтом Джеймсом Томсоном, и, возможно, вспомнил томсоновское, «Памяти о сэре Исааке Ньютоне» (1727):

...Даже сам Свет, проявление всех вещей,  
Невидимо сиял, пока живейший ум  
Не расплёл блистающее одеяния дня;  
Из выбеленного неразличённого огня.  
Собрав каждый луч в свой род к очарованному глазу,  
выделившему великолепную родительских цветов чреду.  
Первым – огненно красный  
Струился живо вперёд; затем – рыжевато-оранжевый;  
Следом – прелестный жёлтый; рядом с которым  
Выпадали освежающие зелёные лучи,  
Затем – голубой, наполняющий осенние небеса.  
Божественная игра; затем – всплывали уныло  
Краски глубокой сини, а дальше  
Тяжеловесно падали вечерние заморозки;  
Когда последние отблески света  
Таяли в слабеющем фиолетовом цвете.  
И когда тучи проливаются розовым душем,  
Высвечивается особый водяной блеск;  
И тогда над нашими головами извиваются  
Восхитительные видения росы, тающие затем на полях.  
Результат – мириады смешанных оттенков;

И эти мириады – безграничный источник  
Красоты, всегда изменчивой, всегда новой.  
Способен ли что-то подобное представить себе поэт,  
Мечтая при хриплом шёпоте лесного ручья?  
Или пророк, к которому снизошли разверзшиеся небеса?  
И по сию пору заходящее солнце и переменчивые облака,  
Увиденные, Гринвич, с красивых вершин, подтверждают,  
Как точны, как прекрасны законы преломления...<sup>7</sup>

#### 4. ШТРИХ-КОДЫ В ВОЗДУХЕ

*Мы найдем Куб Радуги  
И в этом нет сомнений,  
Но Дуга из догадок влюбленных  
Пока еще ускользает.  
Эмили Дикинсон (1894).*

«On the air» [Прим. пер: буквально «В воздухе»], на современном английском, значит «по радио». Но радиоволны не имеют ничего общего с воздухом, их лучше рассматривать как невидимые световые волны с большими длинами волны. Волны воздуха может осмысленно означать только одно, и это звук. Эта глава о звуке и других медленных волнах, и как они тоже могут быть расплетены подобно радуге. Звуковые волны путешествуют почти миллион раз медленнее, чем световые (или радио) волны, немного быстрее Боинга 747, и медленнее Конкорда. В отличие от света и другого электромагнитного излучения, которое лучше распространяется сквозь вакуум, звуковые волны распространяются только в материальной среде, такой как воздух или вода. Это волны сжатия и разрежения среды. Для воздуха это означает волны увеличения, а затем уменьшения местного барометрического давления. Наши уши – маленькие барометры, способные отследить высокоскоростные ритмические изменения давления. Уши насекомых работают совершенно по-другому. Чтобы понять различия, нужно сделать небольшое отступление, чтобы рассмотреть, чем является давление на самом деле.

Мы, чувствуем давление на нашей коже, когда помещаем руку над выходным отверстием велосипедного насоса, как упругий толчок. Фактически, давление – суммированные бомбардировки тысяч молекул воздуха, проносящихся со свистом в случайных направлениях (в отличие от ветра, когда молекулы преимущественно текут в одном особом направлении). Если Вы высоко держите руку на сильном ветру, Вы чувствуете эквивалент давления – бомбардировку молекул. Молекулы в ограниченном пространстве, скажем, внутри хорошо накачанной шины велосипеда, давят на стенки шины с силой, пропорциональной числу молекул в шине и температуре. При любой температуре выше, чем -273 °C (самая низкая температура, соответствующая полной неподвижности молекул), молекулы пребывают в непрерывном случайном движении, отскакивая друг от друга как бильярдные шары. Они отскакивают не только друг от друга, они отскакивают от внутренних стенок шины – и стенки шины «ощущают» это как давление. Как дополнительный эффект, чем более горяч воздух, тем быстрее мчатся молекулы (вот что такое температура), поэтому давление некоторого объема воздуха повышается, когда вы его нагреваете. К тому же, температура данного количества воздуха повышается, когда вы сжимаете его, то есть поднимаете давление, уменьшая объем.

---

<sup>7</sup> вольный перевод. Оригинал см. напр. <http://rpo.library.utoronto.ca/poems/poem-sacred-memory-sir-isaac-newton> – ст.96 (прим. верст.)

Звуковые волны являются волнами колеблющегося местного изменения давления. Общее давление в, скажем, опечатанной комнате определяется числом молекул в комнате и температурой, а это число молекул остаётся неизменным в течение коротких периодов времени. В среднем, каждый кубический сантиметр в комнате будет иметь такое же число молекул, как и любой другой кубический сантиметр и, следовательно, такое же давление. Но это не отменяет локальных изменений давления. Кубический сантиметр А может испытывать мгновенное повышение давления за счёт кубического сантиметра Б, который временно пожертвовал тому несколько молекул. Повышенное давление в А приведёт к выталкиванию молекул обратно в Б и восстановлению баланса. В больших географических масштабах это то, чем являются ветра – потоки воздуха из областей с большим давлением в области с меньшим. В меньших масштабах также можно понять звуки, но они не являются ветрами, потому что они колеблются назад и вперёд очень быстро.

Если ударить по камертону в середине комнаты, вибрации потревожат ближайшие молекулы воздуха, заставляя их соударяться с соседними воздушными молекулами. Камертон вибрирует назад и вперёд на определённой частоте, вызывая волны возмущения, расходящиеся прочь во всех направлениях в виде серии расширяющихся оболочек. Каждый волновой фронт – это зона повышенного давления, с зоной пониженного давления идущей следом. Следующий волновой фронт наступает после интервала, заданного частотой, на которой вибрирует камертон. Если вы расположите маленький, очень быстродействующий барометр где угодно в комнате, игла барометра будет раскачиваться вверх и вниз при прохождении каждого волнового фронта. Частота на которой колеблется игла барометра и есть частота звука. Быстродействующий барометр это то, чем является ухо у позвоночных. Барабанная перепонка двигается внутрь и наружу под воздействием изменяющегося давления. Барабанная перепонка присоединена (через три маленькие косточки – знаменитые молоточек, наковальню и стремечко, изъятые в результате эволюции из костей рептилийной челюсти) к миниатюрной перевернутой арфе, называемой улитка. Как в арфе, «струны» улитки расположены вдоль сужающейся рамы. Струны у малого конца рамы вибрируют в унисон с высокими звуками, а те что у большого конца – вибрируют в унисон с низкими звуками. Нервы вдоль улитки картированы по порядку в мозгу, поэтому мозг может сказать, низкий или высокий звук заставляет колебаться барабанную перепонку.

Уши насекомых, в противоположность, не маленькие барометры, а маленькие флюгеры. В действительности они измеряют поток молекул, как ветер, хотя странный вид ветра, который путешествует только на короткие расстояния перед тем как изменить своё направление на обратное. Расширяющийся волновой фронт, который мы обнаруживаем как изменение в давлении, является также и волной движения молекул: движения в одну локальную область, когда давление повышается, и затем движение обратно из той области, когда давление понижается. В то время как мембрана в наших ушах-барометрах натянута над замкнутым пространством, в ушах-флюгерах насекомых мембрана натянута поверх отсека с дырой. В любом случае, он буквально выдувается назад и вперёд ритмичными обратными и прямыми движениями молекул.

Ощущать направление звука, поэтому – вторая натура насекомых. Любой дурак с флюгером сможет отличить северный ветер от восточного, и одно ухо насекомого может легко отличить северо-южные колебания, от колебаний восточно-западных. Направленность встроена в метод обнаружения звука насекомыми. Барометры не таковы. Повышение давления – это просто повышение давления, и не имеет значения с какого направления прибыли дополнительные молекулы. Поэтому мы, позвоночные с барометрическими ушами, должны вычислять направление звука, сравнивая сообщения от двух ушей, в значительной мере схоже с вычислениями нами цвета с помощью сравнивая сообщений от разных классов колбочек. Мозг сравнивает громкость на двух ушах и отдельно он сравнивает время появления звуков (особенно отрывистых звуков) на двух ушах. Некоторые виды звуков поддаются такому сравнению в меньшей мере, чем другие. Песня кузнечика имеет такой замысловатый мотив и ритм, что ушам позвоночных трудно определить направление, но

самкам кузнечиков просто, с их ушами-флюгерами, нацелится на него. Стрекот некоторых кузнечиков даже создаёт иллюзию, как минимум для моего мозга позвоночного, что (на самом деле неподвижный) кузнечик скачет вокруг, как прыгающая петарда.

Звуковые волны формируют спектр длин волн, аналогичный радуге. Звуковая радуга также может быть расплетена, поэтому возможно разобраться в звуках вообще. Также, как наше ощущение цвета – ярлыки, которые мозг лепит на свет различных длин волн, аналогичные внутренние ярлыки используются для звуков различной высоты. Но звук это нечто большее, чем просто высота тона, и поэтому здесь расплетение особенно уместно.

Камертон, или стеклянная гармоника (инструмент, обожаемый Моцартом, сделанный из стеклянных чаш, настраиваемых глубиной содержащейся в них воды, на котором играют, водя смоченным пальцем по ободу стакана) издает кристально чистый звук. Физики называют это синусоидальными волнами. Синусоидальные волны – простейший вид волн, нечто вроде теоретически идеальных волн. Плавная кривая проходящая вдоль верёвки, когда вы покачиваете один её конец вверх и вниз – более, или менее синусоидальная волна, хотя, конечно же, значительно меньшей частоты, чем звук. Большинство звуков не просто синусоидальные волны, а более заострённые и сложные, как мы увидим далее. В настоящий момент мы будем представлять себе камертон или стеклянную гармонику издающими плавные, криволинейные волны изменения давления, стремительно распространяющиеся от источника концентрически расширяющимися сферами. Барометрическое ухо, помещенное в одном месте, обнаруживает плавное увеличение давления, сопровождаемое плавным уменьшением, ритмичные колебания без изломов или виляний кривой. С каждым удвоением частоты (или уменьшением вдвое длины волны, что одно и то же) мы слышим переход на одну октаву. Очень низкие частоты, самые низкие тоны органа, содрогают наши тела и едва слышатся нашими ушами вообще. Самые высокие частоты не слышны людям (особенно пожилым людям), но слышны летучим мышам, и используются ими в форме эха, чтобы отыскать дорогу. Это одна из увлекательнейших историй во всем естествознании, но я посвятил ей целую главу в «Слепом Часовщике», поэтому воздержусь от искушения изложить ее.

За исключением камертонов и стеклянных гармоник, чистые синусоидальные волны – в значительной степени математическая абстракция. Реальные звуки представляют собой главным образом более сложные смеси, и они вполне вознаграждают расплетение. Наши мозги расплетают их на удивление легко и просто. Только с большим трудом наше математическое понимание догоняет то, что происходит, неумело и не полностью, что наши уши с детства без труда расплетали, а наши мозги сплетали снова.

Предположим, что мы извлекаем звук из одного камертона с частотой колебаний 440 циклов в секунду или 440 герц (Гц). Мы услышим чистый тон, ля первой октавы. Каково различие между ним и тем же ля, сыгранным на скрипке, кларнете, тем же ля, сыгранным на гобое, флейте? Ответ в том, что каждый инструмент примешивает волны, частоты которых представляют собой различные гармонические составляющие основной частоты. Любой инструмент, играя ля первой октавы, произведет большую часть своей звуковой энергии на основной частоте 440 гц, но будут добавлены следовые количества вибрации в 880 гц, 1320 гц и так далее. Их называют гармониками, хотя слово может сбивать с толку, так как «harmonies» [лады] – аккорды нескольких нот, которые мы слышим как различные. «Отдельная» нота трубы – фактически смесь гармоник, особая комбинация, служащая своего рода характерным признаком трубы, который отличает ее, скажем, от скрипки при игре «одной и той же» ноты (с различными, характерными для скрипки гармониками). Есть дополнительные сложности, которыми я буду пренебрегать, касающиеся начала звуков, например вмешательство губ в звуки трубы или визг, когда смычок скрипки ударяет по струне.

Если не касаться этих усложнений, то существует характерный тембр трубы (или скрипки, или чего бы то ни было) в продолжительной части ноты. Можно продемонстрировать, что то, что кажется единственным тоном конкретного инструмента

является на самом деле заново переплетенной мозгом конструкцией, обобщающий синусоиды волн. Демонстрация работает следующим образом. Решив, какие синусоиды включаются, скажем, в звук трубы, выбираем соответствующие «камертонные» чистые тона и издаем их по одному. В течение краткого периода вы можете услышать отдельные ноты, как будто они действительно были аккордом из камертонов. Затем, как ни странно, они сливаются друг с другом, «камертоны» исчезают, и Вы слышите только то, что Китс назвал серебряными, ворчащими трубами, играющие ноту основной частоты. Другая комбинация штрихкода частот необходима, чтобы создать звук кларнета, и снова же, вы можете быстро отличить их как отдельные «камертоны», прежде чем мозг сфокусирует внимание на иллюзии одной «деревянной» ноты кларнета. Скрипка имеет свой собственный характерный штрихкод, и так далее.

Теперь, если Вы посмотрите на кривую волны давления, когда скрипка играет некоторую ноту, то, что Вы увидите, является сложной, волнистой линией, повторяющейся на основной частоте, но с наложенными на нее меньшими колебаниями более высокой частоты. Происходит то, что различные синусоиды, составляющие звуки скрипки, суммируются, чтобы создать сложную, волнистую линию. Можно составить компьютерную программу, чтобы разложить любой воспроизведенный сложный образец колебаний на составляющие его чистые волны, отдельные синусоиды, которые вы должны были бы суммировать, чтобы создать эту сложную картину. По-видимому, когда вы слышите инструмент, вы выполняете нечто эквивалентное этому вычислению, сначала ухо расплетает составляющие синусоиды, затем мозг сплетает их снова вместе и дает им соответствующее обозначение: «труба», «гобой» или что бы там ни было.

Но наше неосознанное умение расплести и сплести еще более замечательно. Подумайте, что происходит, когда Вы слушаете целый оркестр. Представьте, что, накладываясь на сотню инструментов, ваш сосед на концерте шепчет Вам на ухо сведения из музыкальной критики, другие кашляют и, к сожалению, кто-то позади Вас шелестит шоколадной оберткой. Все эти звуки одновременно колеблют Вашу барабанную перепонку, и они суммированы в одну очень сложную извивающуюся волну изменения давления. Мы знаем, что это одна волна, потому что весь оркестр и все посторонние шумы могут быть представлены в виде одного волнистого углубления на диске фонографа или одной колеблющейся дорожки магнитного вещества на ленте. Весь набор колебаний суммируется в одну волнистую линию на графике давления воздуха относительно времени, как отмечается вашей барабанной перепонкой. Удивительно, мозг умеет отделять шелест от шепота, кашель от стука двери, инструменты оркестра друг от друга. Такое мастерство расплетения и сплетения снова, или анализа и синтеза, почти немыслимо, но все мы делаем это легко и без раздумий. Летучие мыши производят еще большее впечатление, анализируя перемежающиеся раскаты эха, чтобы создать в своих мозгах подробные и быстро изменяющиеся трехмерные изображения мира, через который они летят, включая насекомых, которых они ловят на лету, и даже отделяют свое собственное эхо от эха других летучих мышей.

Математический метод разложения колеблющейся волны на синусоиды, которые могут затем быть снова суммированы, с воссозданием первоначальной волнистой линии, называют анализом Фурье, в честь французского математика девятнадцатого века Жозефа Фурье. Он работает не только для звуковых волн (более того, сам Фурье разработал метод для совсем другой цели), но и для любого процесса, который изменяется периодически, и это не обязательно должны быть высокоскоростные волны как звук, или сверхвысокоскоростные волны как свет. Мы можем представить себе анализ Фурье как математический метод, который удобен для расплетения «радуг», где колебания, составляющие спектр, медленны по сравнению со световыми колебаниями.

Переходя к действительно очень медленным колебаниям, я недавно видел на дороге в Национальном Парке Крюгер в Южной Африке волнистую влажную линию, которая следовала в направлении дороги и очевидно очерчивала некоторый сложный

повторяющийся рисунок. Мой хозяин и опытный гид сказал мне, что это был след мочи самца слона во время гона. Когда взрослый слон входит в это любопытное состояние (возможно, слоновий аналог австралийского «бродяги»), он пускает мочу более или менее непрерывно, очевидно, в целях запахового мечения. Колеблющийся из стороны в сторону след мочи на дороге был, по-видимому, произведен длинным пенисом, действующим как маятник (это была бы синусоида, если бы пенис был совершенным, ньютоновым маятником, которым он не является), взаимодействуя с более сложной периодичностью тяжелой четвероногой походки всего животного. Я взял фотографии со смутным намерением позже выполнить анализ Фурье. К сожалению, у меня на это не нашлось времени. Но теоретически это можно сделать. Рисунок сфотографированной линии мочи можно наложить на бумагу в клетку и перевести ее координаты в цифровую форму для закладки в компьютер. Компьютер может тогда выполнить современную версию вычислений Фурье и извлечь слагающие синусоиды. Есть более легкие (хотя не обязательно более надежные) способы измерить длину пениса слона, но это было бы забавно сделать, и сам барон Фурье, конечно, восхищался бы таким неожиданным использованием его математики. Нет причины, почему след мочи не мог бы fossilizировать, подобно следам ног и отпечаткам червей, в этом случае мы могли бы в принципе использовать анализ Фурье, чтобы измерить длину пениса вымершего мастодонта или шерстистого мамонта, исходя из косвенного свидетельства следа его мочи в период гона.

Пенис слона раскачивается с намного меньшей частотой, чем звук (хотя в одном и том же диапазоне, что и звук, если сравнивать его с крайне высокими частотами света). Природа преподносит нам другие периодические колебания, опять же, намного более низкой частоты, с длинами волны, измеряемыми в годах или даже миллионах лет. Некоторые из них были подвергнуты аналогу анализа Фурье, включая циклы популяций животных. С 1736 года компания Hudson's Bay вела учет шкур, доставленных канадскими охотниками за мехом. Выдающийся оксфордский эколог Чарльз Элтон (1900–1991), нанятый компанией в качестве консультанта, понял, что эти отчеты могли обеспечить данные о переменных популяциях зайцев беляков, рысей и других млекопитающих, преследуемых пушным промыслом. Их число возрастает и падает в сложных комбинациях ритмов, которые подверглись обширному анализу. Среди длин волн, которые были выделены благодаря этим анализам, заметна длина волны приблизительно четырехлетней периодичности, и другая, приблизительно 11-летняя. Одна гипотеза, которая была предложена для объяснения четырехлетних ритмов, представляет собой взаимодействие с задержкой по времени между хищниками и добычей (изобилие добычи питает полчища хищников, которые затем почти истребляют добычу; это, в свою очередь, лишает хищников пищи, затем последовательное снижение популяции хищников делает возможным новый бум в популяции добычи, и так далее). Что касается более длинного, 11-летнего ритма, возможно, самое интригующее предположение связывает его с действием солнечных пятен, которые, как известно, изменяются приблизительно в 11-летнем цикле. То, как солнечные пятна влияют на популяции животных, открыто для обсуждения. Возможно они изменяют погоду Земли, которая влияет на обилие растительной пищи.

Везде, где Вы обнаруживаете периодические циклы с очень продолжительными длинами волны, они, вероятно, будут иметь астрономическое происхождение. Они происходят от факта, что астрономические объекты часто вращаются на своей собственной оси, или следуют повторяющимися орбитами вокруг других астрономических объектов. Двадцатичетырехчасовые ритмы активности проникают почти во все мелкие детали живых тел на этой планете. Конечная причина – вращение земли вокруг своей оси, но животные многих видов, включая человека, будучи изолированными от прямого контакта с днем и ночью, продолжают цикл с ритмом около 24 часов, показывая, что они усвоили ритм, и могут свободно соблюдать его даже в отсутствие внешнего стимулятора. Лунный 28 дневный цикл – другая значительная выраженная компонента в комбинации волн в функциях тела многих существ, особенно морских. Луна оказывает свое циклическое влияние через



последовательность высоких и низких приливов. Орбитальный цикл Земли, немного более 365 дней, вносит свои, более медленные колебания в сумму Фурье, проявляясь через периоды размножения, сезоны миграций, схемы линьки и выращивания зимней шерсти.

Возможно, волна наибольшей длины, прослеженная благодаря расплетению биологических ритмов – предполагаемый 26-миллионный цикл массовых вымираний. Согласно оценкам экспертов по окаменелостям, более чем 99 процентов когда-либо живших видов вымерли. К счастью, частота вымираний на протяжении длительного времени примерно уравнивается частотой, с которой новые виды формируются за счет разветвления существующих. Но это не означает, что они остаются постоянными в течение более коротких периодов. Ничего подобного. Частота вымираний колеблется повсеместно, также как и частота, с которой появляются новые виды. Есть плохие времена, когда виды вымирают, и хорошие времена, когда они расцветают. Вероятно, наиболее тяжелые времена, самого разрушительного Армагеддона, выдались в конце Пермской эры, четверть миллиарда лет назад. Приблизительно 90 процентов всех видов вымерли в то ужасное время, включая многих сухопутных рептилий, подобных млекопитающим. Фауна Земли, в конечном счете, восполнила потерянное на этой опустошенной сцене, но совсем другим составом участников: на суше динозавры примерили гардероб костюмов, оставленных погибшими подобными млекопитающим рептилиями. Следующее наибольшее массовое вымирание – и самое знаменитое – известное Меловое вымирание 65 миллионов лет назад, в котором все динозавры, и многие другие виды с ними, и на суше, и в море, были уничтожены, мгновенно, насколько об этом может рассказать ископаемая летопись. В случае Мелового вымирания, возможно, исчезли 50 процентов всех видов, не столько, сколько в Пермском, но все же это было страшной глобальной трагедией. Снова опустошенная фауна нашей планеты восстановилась, и здесь мы, млекопитающие, произошли из нескольких удачливых форм, сохранившихся от некогда богатой фауны рептилий, подобных млекопитающим. Теперь мы, вместе с птицами, заполняем промежутки, оставленные погибшими динозаврами. По-видимому, до следующего большого вымирания.

Было много эпизодов массовых вымираний, не столь губительных как Пермские и Меловые события, но все же заметных в летописях пород. Статистические палеонтологи собрали данные о численностях ископаемых видов по возрастам и ввели их в компьютеры, чтобы выполнить анализ Фурье и извлечь такие ритмы, какие они смогут выявить, как будто прислушиваясь к порханию нелепо глубоких нот органа. Доминирующей ритм, который, как заявляется, выявлен (хотя это и спорно) имеет периодичность около 26 миллионов лет. Что могло вызвать ритмы вымирания с такой страшно длинной длиной волны? Вероятно, только астрономический цикл.

Накапливаются данные, что Меловая катастрофа была вызвана прямым попаданием в нашу планету большого астероида или кометы размером с гору, движущейся со скоростью в десятки тысяч миль в час, вероятно, где-нибудь поблизости того, что мы теперь называем полуостровом Юкатан в Мексиканском заливе. Астероиды носятся вокруг Солнца в поясе, находящемся внутри орбиты Юпитера. сть множество астероидов за ее пределами – маленькие попадают в нас все время – и некоторые из них достаточно большие, чтобы вызвать катастрофические вымирания, если попадут в нас. Кометы имеют большие, эксцентрические орбиты вокруг Солнца, главным образом далеко за пределами того, что мы традиционно представляем себе как солнечную систему, но иногда появляясь внутри, как комета Галлея каждые 76 лет и комета Хейла-Боппа приблизительно каждые 4 000 лет. Возможно, Пермское событие было вызвано попаданием еще большей кометы, чем Меловое. Возможно, предполагаемый 26-миллионный цикл массовых вымираний вызван периодическим повышением частоты попаданий комет. Но почему кометы должны с большей вероятностью поражать нас каждые 26 миллионов лет? Здесь мы пускаемся в глубокие предположения. Высказывалось предположение, что Солнце имеет сестринскую звезду, и обе вращаются друг вокруг друга с периодичностью приблизительно 26 миллионов лет. Этот гипотетический партнер, которого никогда не видели, но которому, однако, дали

драматическое имя Немезида, [якобы] проходит, один раз за орбитальное вращение, через так называемое Облако Оорта – пояс, возможно, триллиона комет, который движется вокруг Солнца за пределами планет. Если Немезида прошла близко от Облака Оорта или через него, вероятно, что это нарушило бы ход комет и могло бы увеличить вероятность поразить Землю одной из них. Если бы это все случилось – а цепь рассуждений по общему признанию непрочна – это могло бы объяснить 26-миллионлетнюю периодичность массовых вымираний, которую, как некоторые думают, демонстрирует ископаемая летопись. Приятная мысль – что математическое расплетение зашумленного спектра вымираний животных могло быть единственным имеющимся у нас средством обнаружения иначе неизвестной звезды.

Начиная с крайне высоких частот света и других электромагнитных волн, мы прошли, через промежуточные частоты звука и качающегося пениса слона, к крайне низким частотам и предполагаемой 26-миллионлетней длине волны массовых вымираний. Давайте вернемся к звуку, а именно к искусству, венчающему человеческий мозг, сплетению и расплетению звуков речи. Голосовые «связки» на самом деле представляет собой пару мембран, вибрирующих вместе, в процессе дыхания, как пара язычков деревянной свирели. Согласные издаются как более или менее взрывные прерывания потока воздуха, вызванные закрыванием и смыканием губ, зубов, языка и задней поверхности горла. Гласные отличаются в той же мере, как трубы отличаются от гобоев. Мы издаем различные гласные звуки, пожалуй как трубач перемещает сурдинку внутрь и наружу, чтобы сместить преобладающие синусоиды, составляющие сложный звук. Различные гласные имеют различные комбинации гармоник основной частоты. Сама основная частота, конечно, ниже для мужчин, чем для женщин и детей, и все же мужские гласные звучат схоже с соответствующими женскими гласными из-за картины гармоник. Каждый гласный звук имеет свою собственную характерную картину полос частот, снова же как штрихкоды. В исследовании речи полосы штрихкода называют «формантами».

Любой язык, или диалект языка, имеет определенный перечень гласных звуков, и каждый из этих гласных звуков имеет свой собственный штрихкод форманты. Другие языки, и различные говоры в языках, имеют другие гласные звуки, которые произносят, держа рот и язык в промежуточных положениях, снова же как трубач располагает сурдинку в раструбе инструмента. Теоретически существует непрерывный спектр гласных звуков. Любой язык использует подходящий набор, прерывистый репертуар, выбранный из непрерывного спектра доступных гласных. Различные языки выбирают различные точки вдоль спектра.

Гласная во французском *tu* и немецком *über*, которая не встречается в английском языке (моей версии) – приблизительно промежуточная между *oo* и *ee*. Не имеет большого значения, какие ориентиры вдоль спектра доступных гласных выбраны языком, коль скоро они разнесены достаточно далеко, чтобы избежать двусмысленности в этом языке.

С согласными сложнее, но есть схожий диапазон согласных штрихкодов, и есть современные языки, использующие ограниченное подмножество от имеющихся согласных. Некоторые языки используют звуки, далекие от спектра большинства языков, например щелчки некоторых южноафриканских языков. Как и с гласными, различные языки разделяют доступный репертуар по-разному. В некоторых языках индийского субконтинента есть зубной звук, промежуточный между английскими «*d*» и «*t*». Французское твердое «*c*», как в *compte* – промежуточное между английским твердым «*c*» и твердым «*g*» (а «*o*» промежуточное между английскими гласными в *cod* и *cud*). Язык, губы и голос могут быть смодулированы, чтобы издавать почти бесконечное разнообразие согласных и гласных. Когда штрихкоды структурированы во времени, формируя фонемы, слоги, слова и предложения, то диапазон идей, которые могут быть переданы, неограничен.

Что еще более странно, вещи, которые могут быть переданы включают в себя изображения, идеи, чувства, любовь и ликование – вещи такого рода, которые Китс делает столь возвышенно.

И в сердце – боль, и в голове – туман,  
Оцепененье чувств или испуг,  
Как будто сонный выпил я дурман  
И в волнах Леты захлебнулся вдруг.  
Но нет, не зависть низкая во мне –  
Я слишком счастлив счастьем твоим,  
Вечерних рощ таинственный Орфей!  
В певучей глубине  
Ветвей сплетенных и густых теней  
Ты славишь лето горлом золотым!

**«Ода Соловью» (1820)(Перевод Григория Кружкова:)**

Прочитайте эти слова вслух, и образ проникнет в Ваши мысли, как будто Вы действительно одурманены песней соловья в покрытом листвою летнем буковом лесу. На одном уровне это все сделано благодаря картине волн давления воздуха, картине, богатство которой сначала расплетается на синусоиды в ухе, а затем повторно сплетается в мозге, чтобы восстановить образы и эмоции. Что еще более странно, картина может быть математически разобрана на поток чисел, но сохранит ее способность переносить образ и будоражить воображение. Когда выпускают лазерный диск (CD), скажем, «Страсти по Матфею», возрастающая и спадающая волна давления, со всеми ее влияниями и изгибами, дискретизируется через короткие интервалы и преобразуется в цифровые данные. Цифры могли бы, в принципе, быть напечатаны в виде унылых, черно-белых нулей и единиц на стопках бумаги. И все же числа сохраняют способность, если преобразуются обратно в волны давления, доводить слушателя до слез.

Китс, возможно, не подразумевал это буквально, но идея песни соловья, действующая в качестве препарата, не совсем притянута за уши. Рассмотрим, что она выполняет в природе, и что естественный отбор сформировал, чтобы она работала. Самцам соловья нужно влиять на поведение самок и других самцов.

Некоторые орнитологи думают о песне как о передаче информации: «Я – самец вида *Luscinia megarhynchos*, в состоянии размножения, с территорией, гормонально подготовлен спариваться и строить гнездо.» Да, песня действительно содержит эту информацию, в том смысле, что самка, которая действует исходя из предположения, что она верна, могла бы из этого извлечь выгоду. Но другой способ смотреть на это всегда казался мне более ярким. Песня не информирует самку, а управляет ею. Песня не столько изменяет то, что самка знает, сколько меняет внутреннее физиологическое состояние ее мозга. Она действует как препарат.

Есть экспериментальные данные измерений уровня гормонов самок голубей и канареек, так же как их поведения, говорящие, что состояние половой системы самок подвергается прямому влиянию вокализации самцов, когда эти эффекты были проинтегрированы за период несколько дней. Звуки, издаваемые кенаром, устремляются через уши самки в ее мозг, где они оказывают влияние, неотличимое от того, которое экспериментатор может обеспечить шприцем для подкожных инъекций. «Препарат» самца входит в самку через входные ворота ее ушей, а не через подкожное впрыскивание, но это различие не кажется особо показательным.

Идея, что пение птиц является акустическим наркотиком, становится еще правдоподобнее, если вы посмотрите, как оно развивается в течение жизни особи. Как правило, молодой самец певчей птицы учится петь с помощью упражнений: подбирая фрагменты пробной песни в сопоставлении с «шаблоном» в его мозге, заранее запрограммированным понятием того, на что «должна» быть похожа песня его вида. У некоторых видов, таких как американский певчий воробей, шаблон встроен, запрограммирован генами. У других видов, таких как белоголовая воробьиная овсянка или европейский зяблик, он почерпывается из «звукозаписи» песни другого самца, сделанной в

начале жизни молодого самца благодаря слушанию взрослого. Откуда бы ни происходил шаблон, молодой самец учится петь таким образом, чтобы ему соответствовать.

Это, по крайней мере, один из способов рассуждать о том, что происходит, когда молодая птица совершенствует свою песню. Но представьте это иначе. Песня предназначена прежде всего, чтобы оказать сильное воздействие на нервную систему другого представителя вида, либо предполагаемого партнера, либо возможного конкурента за территорию, которого нужно отпугнуть. Но сама молодая птица – представитель своего собственного вида. Ее мозг – типичный мозг этого вида. Звук, эффективный в пробуждении его собственных эмоций, вероятно, будет столь же эффективен в возбуждении самок того же вида. Вместо того, чтобы говорить, что молодой самец старается создать свою тренировочную песню, чтобы «соответствовать» встроенному «шаблону», мы могли бы представить его как практикующегося на себе как на типичном представителе своего вида, опробуя фрагменты песни, чтобы увидеть, взволновали ли они его собственные страсти, то есть, экспериментируя со своими собственными препаратами на себе.

И, чтобы закончить кругооборот, возможно, не слишком удивительно, что песня соловья должна была подействовать как препарат на нервную систему Джона Китса. Он не был соловьем, но он был позвоночным, и большинство препаратов, которые воздействуют на людей, оказывают сопоставимый эффект на других позвоночных. Искусственные препараты – продукты сравнительно грубых испытаний методом проб и ошибок химиками в лаборатории. У естественного отбора были тысячи поколений, чтобы точно настроить свою технологию препаратов.

Должны ли мы чувствовать возмущение от имени Китса за такое сравнение? Я не считаю, что сам Китс был бы возмущен, а Кольридж еще меньше. «Ода соловью» допускает аналогию с препаратом и делает ее чудесно реальной. Для человеческой эмоции не уничижительно то, что мы пытаемся анализировать ее и объяснить, ничем не более (для уравновешенного судьи), чем унижается радуга, когда призма расплетает её.

В этой и предыдущей главе я использовал штрихкод как символ точного анализа, во всей его красоте. Смешанный свет раскладывается в собственную радугу составляющих цветов, и все видят красоту. Это первый анализ. Более близкое рассмотрение показывает тонкие грани и новую элегантность, изящество открытия обеспечивает порядок и понимание. Фраунгоферовы линии говорят нам о точном элементном составе далёких звёзд. Точно измеренная структура полос – закодированное сообщение через парсеки. Есть изящество в чистой экономии при расплетании сокровенных подробностей о звезде, которые, как полагал бы каждый, могли бы быть обнаружены только путем совершения дорогостоящего полета, длящегося 3 000 человеческих жизней. В ином масштабе мы находим подобную историю, когда смотрим на полосы формант в речи, гармонические штрих-коды музыки. Существует элегантность также в штрих-кодах дендрохронологии: в полосах по всей древесине древней Секвойи, которые нам точно говорят, в каком году до нашей эры дерево было посажено, и то, какая погода была в каждом из прошедших лет (погодные условия – это то, что придает древесным кольцам их характерные ширины). Как линии Фраунгофера переданные через пространство, годовые кольца деревьев передают сообщения нам сквозь время, и снова имеет место гибкая экономия. Факт, что мы можем познавать столь многое с помощью точного анализа того, что кажется настолько малой информацией – это сила, которая придает этим расплетениям их красоту. То же самое вероятно и возможно в еще более резкой форме, относится к звуковым волнам в речи и музыке – штрих-коды в воздухе.

В последнее время мы слышали много о другом виде штрих-кода – «отпечатки пальцев» – Фингерпринты ДНК – штрих-коды крови. Штрих-коды ДНК выявляют и реконструируют детали человеческих дел, которые, казалось бы, навсегда останутся недоступны даже для легендарно великих детективов. Пока что главное практическое применение штрих-кодов крови – в судах, и именно к ним, и к преимуществам, которые научный подход может им принести, мы обратимся в следующей главе.

## 5. ШТРИХ-КОДЫ В СУДЕ

*Но Он сказал: и вам, законникам, горе, что налагаете на людей бремена неудобноносимые, а сами и одним перстом своим не затрагиваетесь до них... Горе вам, законникам, что вы взяли ключ разумения: сами не вошли, и входящим воспрепятствовали.*

**Евангелие от Луки 11–46,52**

На первый взгляд, суд может показаться почти столь же далеким, как Вы, от поэзии и чуда науки.

Возможно, есть поэтичная красота в абстрактных идеях правосудия или справедливости, но я сомневаюсь, чтобы многое юристы были движимы ею. В любом случае, глава не об этом. Я буду изучать примеры роли науки в судебной практике: различные аспекты науки и ее важность в обществе; направление, в котором научное понимание могло стать ценной частью хорошей гражданской позиции. В судах, действующих по нормам общего права, присяжных все больше и больше просят разобраться в доказательствах, которые, возможно, полностью не понятны самим адвокатам. Свидетельство от расплетения ДНК – которое мы увидим в качестве штрихкодов в крови – является выдающимся примером, и это – главная тема этой главы. Но ученые могут привести не только факты относительно ДНК. Еще более важной является основополагающая теория вероятности и статистики; это – научный способ сделать выводы, которые должны приниматься во внимание. Такие вопросы простираются за пределы узкой темы свидетельств ДНК.

Мне сообщили из достоверных источников, что адвокаты ответчиков в Соединенных Штатах иногда отклоняли кандидатов в присяжные на том основании, что те имели научное образование. Что это может означать? Я не подвергаю сомнению право адвокатов отклонять отдельных присяжных заседателей. Присяжный заседатель может быть предвзят к расе или общественному классу, к которому принадлежит ответчик. Очевидно неприемлемо, чтобы неистовый гомофоб слушал дело о насилии против гомосексуалов. Это происходит отчасти на том основании, что адвокатам защиты в некоторых странах разрешают подвергать перекрестному допросу потенциальных присяжных заседателей и исключать их из списка. В США адвокаты могут использовать совершенно вопиющие критерии выбора присяжных. Коллега рассказывал мне о случае, когда он был кандидатом в присяжные на процессе о нанесении увечий. Адвокат спросил: «Кто-нибудь здесь станет протестовать против выплаты *существенной* суммы денег моему клиенту, возможно, миллионной?»

Адвокат может также дать отвод присяжному заседателю, не приводя причины. Хотя это может быть справедливо, но в тот единственный раз, которому я был свидетель, случилась осечка. Я входил в состав 24 людей, из которых должны были быть отобраны 12 присяжных. Я уже участвовал в двух судах присяжных с членами этой группы и знал их личные недостатки. Хлебом одного примечательного человека были «железные» обвинения; он занимал бы одну и ту же твердую позицию почти независимо от конкретного дела. Адвокат защиты отклонил его в два счета. Следующая, крупная женщина средних лет, была противоположностью: гарантированная тряпка, настоящий подарок защите. Но ее внешность, возможно, внушала обратное, и именно против нее адвокат защиты предпочел использовать свое право вето. Я никогда не забуду выражение оскорбленной обиды на ее лице, когда рубящим движением руки ученый адвокат убрал ее – не зная, что она могла бы быть его секретным оружием – со скамьи присяжных.

Но, повторю удивительный факт, адвокаты в Соединенных Штатах, как известно, использовали следующую причину для того, чтобы убрать потенциальных присяжных заседателей: предполагаемый присяжный заседатель имеет хорошее научное образование или обладает некоторыми знаниями в теории вероятности или генетике. В чем проблема? Питают ли генетики укоренившиеся предубеждения против определенных частей общества?

Особенно ли свойственно математикам быть сторонниками суровых наказаний. Никто и никогда не утверждал такого.

Возражения адвокатов обосновываются более постыдно. Существует новый вид свидетельства, все более входящий в уголовные суды: свидетельство ДНК-фингерпринтинга, и оно чрезвычайно мощное. Если ваш клиент невиновен, свидетельство ДНК вполне в состоянии обеспечить нанесение сокрушительного удара и убедительным способом установить его невиновность. И наоборот, если он виновен, у свидетельства ДНК есть хороший шанс установления его вины в случаях, когда никакие другие свидетельства не смогут. Свидетельства ДНК довольно трудно понять даже в лучшем случае. У него существуют спорные аспекты, которые еще более трудны. При этом, вроде бы, честный адвокат, желающий, чтобы правосудие свершилось, одобрил бы присяжных, способных разобраться в доводах. Разве было бы плохо иметь по крайней мере одного или двух человек в комнате для совещаний присяжных, которые могли бы компенсировать невежество своих введенных в заблуждение коллег? Какой адвокат предпочитает присяжных, неспособных следовать за доводами, излагаемых одним из юристов?

Ответ – адвокат, который больше заинтересован в выигрыше, чем в свершении правосудия. Другими словами, типичный адвокат. И, кажется, есть факты, что и прокуроры, и адвокаты часто отклоняют отдельных присяжных, особенно потому что они образованы в естественных науках.

Судам, действующим по нормам общего права, всегда требовалось установление личности. Был ли человек, которого видели спешащим с места события, Ричардом Докинзом? Его ли шляпа оставлена на месте преступления? Его ли отпечатки пальцев на оружии? Положительный ответ на один из этих вопросов сам по себе не доказывает его вину, но это, конечно, важный фактор, который будет принят во внимание. Большинство из нас, включая большинство присяжных заседателей и адвокатов, имеет интуитивное чувство, что есть нечто заслуживающее особенного доверия в свидетельстве очевидца. В этом мы почти наверняка неправы, но это заблуждение простительно. Оно даже, вероятно, встроено в нас тысячелетиями эволюционной истории, в которой свидетельство очевидца действительно было самым надежным. Если я вижу человека в красной шерстяной шляпе, лезущего по водосточной трубе, то Вам будет трудно убедить меня позже, что на самом деле он носил синий берет. Наши интуитивные предубеждения таковы, что показания очевидца перебивают все другие категории свидетельств. Однако многочисленные исследования показали, что очевидцы, какими бы убежденными они ни были, какими бы искренними и действующими из лучших побуждений, часто не могут вспомнить даже заметные детали, вроде цвета одежды и числа участников нападения.

Если важно установить личность, например когда женщина, которая была изнасилована, вызвана для установления личности нападавшего, суды проводят элементарный статистический эксперимент, известный как опознание. Женщину проводят мимо ряда мужчин, один из которых подозревается полицией на других основаниях. Другие были взяты с улицы, или были безработными актерами или полицейскими, переодетыми в штатское. Если женщина выбирает одно из этих подставных лиц, ее показания, идентифицирующие личность, не учитываются. Но если она выбирает человека, которого полицейские уже подозревают, к ее показаниям относятся серьезно.

Вполне справедливо. Особенно, если число людей на опознании велико. Все мы являемся в достаточной мере статистиками, чтобы понять, почему. Прежнее подозрение полиции должно подлежать пересмотру – иначе вообще нет никакого смысла обращаться к показаниям женщины. То, что производит на нас впечатление – это совпадение между идентификацией женщины и независимыми уликами, предоставленными полицией. Если бы на опознании было всего двое мужчин, свидетельница имела бы 50-процентный шанс выбрать человека, уже подозреваемого полицией, даже если бы она выбирала наугад – или если она ошибалась. Так как полиция могла также ошибиться, это означает недопустимо высокий риск отказа правосудия. Но в ряду из 20 мужчин, женщина имеет лишь 1 шанс из 20

указать случайно или по-ошибке того человека, которого полицейские уже подозревают. Совпадение ее опознания с прежними подозрениями полиции, вероятно, действительно что-то значит. Здесь происходит оценка совпадения или вероятности, что что-то могло произойти по чистой случайности. Вероятность незначущего совпадения еще меньше, если в опознании задействовано 100 мужчин, потому что 1 из 100 шансов на ошибку – это заметно меньше, чем 1 из 20 шансов. Чем длиннее ряд опознаваемых, тем более надежно возможное признание виновности.

У нас также есть интуитивное чувство, что мужчины, выбранные для опознания, не должны выглядеть слишком явно отличными от подозреваемого. Если женщина первоначально сказала полиции, что ищет человека с бородой, а полицейские теперь арестовали бородатого подозреваемого, явно несправедливо ставить его в ряд с 19 чисто выбритыми мужчинами. С таким же успехом он мог бы стоять один.

Даже если женщина не сказала ничего о внешности нападавшего, если бы полицейские арестовали панка в кожаной куртке, было бы неправильным ставить его в ряд с одетыми в костюмы бухгалтерами со свернутыми зонтиками. В многонациональных странах такие факторы имеют большее значение. Каждый понимает, что черный подозреваемый не должен быть помещен на опознании среди сплошь белых, или наоборот.

Когда мы думаем о том, как мы идентифицируем кого-то, в памяти сразу возникает лицо. Мы особенно хорошо различаем лица. Как мы увидим в другом контексте, у нас даже, кажется, эволюционировала особая часть мозга, выделенная для этой цели, и определенные травмы головного мозга повреждают нашу способность узнавать лица, оставляя остальную часть зрительного восприятия нетронутой. В любом случае, лица годятся для узнавания, потому что они столь разные. За известным исключением однояйцевых близнецов, Вы редко встретите двух человек, лица которых с трудом отличимы. Однако, вполне общеизвестно, и актер может быть загримирован, чтобы быть очень похожим на кого-то еще. Диктаторы часто используют двойников, чтобы представляли их, когда они очень заняты, или чтобы вызывали на себя огонь убийц. Высказывались предположения, что одна из причин, по которой харизматические лидеры так часто щеголяют усами (Гитлер, Сталин, Франко, Саддам Хусейн, Освальд Мосли) – облегчить для двойников исполнение их роли. Бритая голова Муссолини, возможно, выполняла то же назначение.

Кроме однояйцевых близнецов, обычные близкие родственники иногда достаточно схожи, чтобы одурачить людей, которые не знают их хорошо. (К сожалению история, что доктор Спунер, будучи директором моего колледжа, когда-то остановил студента последнего курса и сказал: «я никак не вспомню, это Вы или Ваш брат был убит в войне?», вероятно, не правда, как и большинство приписываемых ему спунеризмов.) Схожесть братьев и сестер, отцов и сыновей, бабушек и внуков служит нам напоминанием об огромном разнообразии лиц в общем населении неродственников.

Но лица – это только особый случай. Мы испещрены особенностями, которые, при достаточной тренировке, могут использоваться для идентификации людей. У меня был школьный друг, который утверждал (и мои выборочные проверки подтверждали это), что он мог узнать любого из 80 представителей дома, в котором мы жили, просто слушая их шаги. У меня была другая подруга из Швейцарии, которая утверждала, что, когда она заходила в комнату, она могла сказать, по запаху, кто из членов ее круга знакомых недавно покинул эту комнату. Не то, чтобы ее коллеги не мылись, просто она была необычайно чувствительна. То, что это в принципе возможно, подтверждается фактом, что полицейские собаки могут провести различие между любыми двумя людьми по одному запаху, за исключением, снова же, однояйцевых близнецов. Насколько я знаю, полицейские не приняли на вооружение следующий метод, но я держу пари, что Вы могли бы обучить ищеек разыскивать похищенного ребенка, дав им образец запаха его брата. Этим способом жюри могли бы даже использовать ищеек, для вынесения решений по делам отцовства.

Голоса являются столь же особенными как лица, и различные исследовательские группы работают над компьютерными системами распознавания голоса для аутентификации

личности. Это было бы большое благо, если в будущем мы могли бы обойтись без ключей от парадной двери и положиться на управляемый голосом компьютер, повинующийся нашей личной команде Сезам откройся. Почерк является достаточно индивидуальным для подписи, чтобы использоваться в качестве подтверждения личности на банковских чеках и важных юридических документах. Подписи в действительности не очень надежны, потому что их слишком легко подделать, но все же впечатляет, насколько почерк может быть опознаваемым. Многообещающая новинка в списке индивидуальных «подписей» – радужная оболочка глаза. По крайней мере один банк экспериментирует с автоматизированными механизмами, сканирующими сетчатку глаза в качестве способа подтверждения личности. Клиент стоит перед камерой, которая фотографирует глаз, оцифровывает изображение в то, что в газете было охарактеризовано как «256-байтовый человеческий штрихкод». Но ни один из этих методов подтверждения личности человека и в подметки не годится возможностям фингерпринта ДНК, если его применять должным образом.

Не удивительно, что полицейские собаки могут учуять различия между любыми двумя людьми, кроме однойцевых близнецов. Наш пот содержит сложный коктейль белков, и точные детали всех белков во всех тонкостях определяются закодированными инструкциями ДНК, которыми являются наши гены. В отличие от почерка и лиц, которые непрерывно изменяются и плавно переходят друг в друга, гены – это цифровые коды, подобные тем, что используются в компьютерах. Снова же, за исключением однойцевых близнецов, мы отличаемся генетически от всех других людей дискретными особенностями: точным числом особенностей, которое вы могли бы даже подсчитать, если бы имели терпение. ДНК в любой из моих клеток (не считая небольшого числа ошибок, и за исключением эритроцитов, которые потеряли всю свою ДНК, или репродуктивных клеток, содержащих произвольную половину моих генов) идентична ДНК всех других моих клеток. Она отличается от ДНК в каждой из ваших клеток, не как-то неопределенно-импрессионистски, а в конкретных местах, разбросанных вдоль миллиардов букв ДНК, которые есть у обоих из нас.

Почти невозможно преувеличить важность цифровой революции в молекулярной генетике. До эпохального сообщения Уотсона и Крика о структуре ДНК в 1953 году еще можно было согласиться с заключительными словами авторитетной «Краткой истории биологии» Чарльза Синджера, изданной в 1931 году:

несмотря на обратную трактовку, теория гена – не «механистическая» теория. Ген не более постижим как химическая или физическая сущность, чем клетка или, коли на то пошло, сам организм. Кроме того, хотя теория оперирует терминами генов, как атомная теория оперирует терминами атомов, следует помнить, что существует фундаментальное различие между двумя теориями. Атомы существуют независимо, и их свойства как таковые могут быть исследованы. Они даже могут быть выделены. Хотя мы не можем видеть их, мы можем оперировать ими в различных условиях и в различных сочетаниях. Мы можем работать с ними отдельно. С геном не так. Он существует только как часть хромосомы, а хромосома только как часть клетки. Если я хочу видеть живую хромосому, то есть, единственный действенный вид хромосомы, никто не может дать ее мне, кроме как в ее жизненном окружении, не больше, чем он может дать мне живую руку или ногу. Доктрина относительности функций столь же верна для гена, как для любого из органов тела. Они существуют и функционируют только в связи с другими органами. Таким образом, последние биологические теории оставляют нас там, где начинались первые, в присутствии силы, названной жизнью или душой, которая не только своего собственного рода, но и уникальна в каждом из всех ее проявлений.

Это кардинально, в корне, весьма неправильно. И это действительно важно. После Уотсона и Крика, и революции, которую они зажгли, ген может быть выделен. Он может быть очищен, закупорен в бутылку, кристаллизован, прочитан как информация в цифровом коде, напечатан на странице, введен в компьютер, загнан снова в пробирку и вновь вставлен



в организм, где работает точно так, как он это делал прежде. Когда проект «Геном человека», цель которого установить полную последовательность генов человека, будет закончен, должно быть, к году 2005, полный геном удобно поместится на двух стандартных CD ROM дисках, оставив достаточно места для учебника по молекулярной эмбриологии. Эти два диска можно было бы затем послать в космос, и человеческий род мог бы спокойно вымереть с осознанием, что есть теперь шанс, что в некотором будущем и в некотором отдаленном месте достаточно продвинутая цивилизация будет в состоянии воссоздать человека. Пока же, возвращаясь на Землю, именно из-за того, что ДНК является глубоко и в основе цифровой – потому что различия между особями и между видами могут быть точно подсчитаны, а не неопределенно и импрессионистски измерены – фингерпринтинг ДНК потенциально настолько могущественен.

Я заявляю об уникальности ДНК каждого индивида с уверенностью, но даже это – только статистическое суждение. Теоретически, половая лотерея могла бы выбросить одну и ту же генетическую последовательность дважды. Точный близнец Исаака Ньютона мог бы родиться завтра. Но число людей, которые должны были бы родиться, чтобы сделать этот случай сколь-либо вероятным, будет большим, чем число атомов во вселенной.

В отличие от нашего лица, голоса или почерка, ДНК в большинстве наших клеток остается неизменным от младенчества до старости, и она не может быть изменена упражнениями или косметической операцией. В тексте нашего ДНК имеется такое огромное число букв, что мы можем количественно точно определить среднее ожидание совпадения, скажем, между братьями или двоюродными братьями в противоположность, скажем, троюродным братьям или случайным парам, выбранным из населения в целом. Это делает ее полезным не только для однозначной идентификации лиц и установления соответствия их следов, таких как кровь или сперма, но и для установления отцовства и других генетических отношений. Британский закон позволяет людям иммигрировать, если они могут доказать, что их родители уже британские граждане. Много детей из Индии были арестованы скептическими чиновниками иммиграционной службы. До появления фингерпринтинга ДНК этим несчастным людям часто было невозможно доказать свое происхождение. Теперь это легко. Все, что вам следует сделать, это взять образец крови у предполагаемых родителей и сравнить определенный набор генов с соответствующим набором генов ребенка. Заключение будет ясным и недвусмысленным, без тени сомнений или невыразительности, которые создают необходимость в качественных суждениях. Несколько молодых людей в Великобритании сегодня обязаны своим гражданством ДНК-технологии.

Подобный метод использовался для идентификации скелетов, обнаруженных в Екатеринбурге и подозреваемых в принадлежности к казненной российской королевской семье. Принц Филип, Герцог Эдинбургский, родство которого с Романовыми точно известно, любезно дал кровь, и благодаря этому стало возможно установить, что скелеты были действительно из царской семьи. В более мрачном случае, было доказано, что скелет, выкопанный в Южной Америке, принадлежал доктору Йозефу Менгеле, нацистскому военному преступнику, известному как «Ангел Смерти». ДНК, взятую из костей, сравнили с кровью все еще живого сына Менгеле, и личность скелета подтвердилась. Позже тем же методом было подтверждено, что труп, выкопанный в Берлине, был трупом Мартина Борманна, представителя Гитлера, исчезновение которого привело к бесконечным легендам и слухам, и больше чем 6 000 случаям «наблюдения» во всем мире.

Несмотря на название «фингерпринтинг» ДНК или «отпечатки пальцев» ДНК, наша ДНК, будучи цифровой, еще более индивидуально характерна, чем наши пальцевые узоры. Название подходящее, потому что, как настоящие отпечатки пальцев, свидетельство ДНК часто непреднамеренно остается после того, как человек покинул место. ДНК может быть получена из пятна крови на ковре, из спермы в жертве насилия, из корки засохшей носовой слизи на носовом платке, из пота или из выпавшего волоса. ДНК в образце можно затем сравнить с ДНК крови, взятой у подозреваемого. Можно определить, с почти любым желаемым уровнем вероятности, принадлежит ли образец конкретному человеку или нет.

Так в чем же загвоздка? Почему свидетельство ДНК спорно? Что не так в этом важном виде свидетельства, что позволяет адвокатам обманом заставлять присяжных неверно его истолковывать или игнорировать? Почему некоторые суды были доведены до отчаянной крайности – исключения этого свидетельства совсем?

Есть три больших круга возможных проблем, один простой, один сложный и один глупый. Я дойду до глупых проблем и более серьезных трудностей позже, но сначала, как в любом виде свидетельства, есть простая – и очень важная – возможность человеческой ошибки. Она скорее является множеством возможностей для ошибок и даже саботажа. Пробирка крови может быть неправильно маркирована, либо случайно, либо в преднамеренной попытке ложно кого-то обвинить. Образец с места преступления может быть загрязнен потом техника-лаборанта или полицейского. Опасность загрязнения особенно велика в тех случаях, когда используется изобретательный способ амплификации, названный PCR (полимеразная цепная реакция).

Вы можете легко понять, почему амплификация может быть желательна. Крошечное пятно пота на рукоятке пистолета содержит немного ценной ДНК. Хотя анализ ДНК может быть чувствительным, он нуждается в определенном минимальном количестве материала для обработки. Технология PCR, изобретенная в 1985 году американским биохимиком Кэри Б. Муллисом, является очень удачным решением. PCR берет то небольшое количество ДНК, что есть, и производит миллионы копий, размножая снова и снова, независимо от того, какие там кодовые последовательности. Но, как всегда с амплификацией, ошибки усиливаются наряду с истинным сигналом. Случайное загрязнение ДНК потом техника амплифицируется настолько эффективно, как и образец с места преступления, с очевидной вероятностью судебной ошибки.

Но человеческие ошибки не являются исключительными для свидетельства ДНК. Все виды свидетельств уязвимы для головотяпства и саботажа и должны отбираться со скрупулезной тщательностью. Файлы в обычной библиотеке отпечатков пальцев могут быть неправильно маркированы. Орудие убийства могли трогать невинные люди наряду с убийцей, и их отпечатки пальцев должны быть взяты вместе отпечатками подозреваемого с целью их исключить. Суды, действующие по нормам общего права, уже приучены к потребности принимать все возможные меры против ошибок, но таковые все еще, иногда трагически, случаются. Свидетельство ДНК не застраховано от человеческой бестолковости, но и не обладает повышенной уязвимостью, за исключением того, что PCR усиливает ошибки. Если все свидетельства ДНК должны были быть отклонены из-за случайных ошибок, судебная практика должна была бы исключить также большинство других видов свидетельств. Надо полагать, что могут быть разработаны своды правил и строгие меры предосторожности, чтобы предостеречься против человеческих ошибок в представлении всех видов юридических доказательств.

Объяснение более сложных проблем, искажающих свидетельство ДНК, займет больше времени. Они также имеют свои прецеденты в традиционных типах свидетельств, хотя этот момент часто не понимается в судах.

Когда речь идет о любых свидетельствах, идентифицирующих личность, существуют два типа ошибок, которые соответствуют двум типам ошибок в любых статистических данных. В другой главе мы назовем их ошибками Типа 1 и ошибками Типа 2, но легче думать о них как о ложноположительных и ложноотрицательных. Виновный подозреваемый может остаться на свободе, не будучи признанным – это ложноотрицательная ошибка. И – ложноположительная ошибка (которую большинство людей посчитало бы более опасной) – невинный подозреваемый может быть обвинен, потому что он оказался, к несчастью, похожим на действительно виновное лицо. В случае обычного опознания свидетелем, невинный сторонний наблюдатель, который оказался немного похожим на реального преступника, мог бы быть в результате этого арестован – ложноположительная ошибка. Процедура опознания среди ряда людей разработана так, чтобы сделать это менее вероятным. Возможность ошибки правосудия обратно пропорциональна числу людей,

стоящих на опознании. Опасность может возрасти при способах, которые мы уже рассмотрели – например, ряд людей на опознании несправедливо составлен из чисто выбритых мужчин.

В случае свидетельства ДНК опасность ложноположительного осуждения теоретически действительно очень низка. У нас есть образец крови подозреваемого и образец с места преступления. Если весь набор генов в обоих этих образцах был бы записан, вероятность ложного осуждения была бы один к миллиарду миллиардов. Не считая однояйцевых близнецов, шанс, что у любых двух людей совпала бы вся их ДНК, равен нулю. Но, к сожалению, непрактично определять полную последовательность генов человека. Даже после того, как проект «Геном человека» завершен, пытаться произвести равноценное при раскрытии каждого преступления нереально. На практике, судебные детективы концентрируются на маленьких фрагментах генома, предпочтительно фрагментах, которые, как известно, варьируются среди населения. И теперь наше опасение должно состоять в том, что, хотя мы могли бы благополучно исключить ошибочную идентификацию личности, если бы рассматривали весь геном, может быть опасность того, что два человека могут быть идентичными в отношении маленького участка ДНК, которую мы успеваем анализировать.

Вероятность, что это может случиться, должна быть измеримой для любого отдельного участка генома; мы могли бы тогда решить, является ли такой риск допустимым. Чем больше участок ДНК, тем меньше вероятность ошибки, так же как на процедуре опознания, чем длиннее ряд, тем надежнее признание виновности. Разница в том, что процедура опознания, чтобы конкурировать с аналогом ДНК, должна была бы содержать в ряду не несколько десятков человек, а тысячи, миллионы или даже миллиарды. Кроме этого количественного различия, аналогия с процедурой опознания сохраняется.

Мы увидим, что существует ДНК, аналогичная нашему гипотетическому ряду чисто выбритых мужчин с одним бородатым подозреваемым. Но сначала, немного больше информации о фингерпринтинге ДНК.

Безусловно мы отбираем эквивалентные части генома и у подозреваемого, и с образца. Эти части генома выбраны из-за их свойства широко варьировать в населении. Дарвинист отметил бы, что части, которые не изменяются, – это зачастую те части, которые играют важную роль в выживании организма. Любые значительные изменения в этих важных генах, вероятно, будут удалены из популяции благодаря смерти их обладателей – дарвиновского естественного отбора. Но существуют другие части генома, очень изменчивые, возможно потому, что они не важны для выживания. Этим дело не исчерпывается, потому что в действительности некоторые полезные гены весьма изменчивы. Причины этого спорны. Это небольшое отклонение от темы, но... Что это за жизнь, если, полные переживаний, мы не можем позволить себе отвлечься?

«Нейтралистская» школа мысли, ассоциируемая с выдающимся японским генетиком Мото Кимурой, полагает, что полезные гены одинаково полезны в многообразии различных форм. Это решительно не означает, что они бесполезны, только то, что различные формы одинаково хороши в том, что они делают. Если вы представите гены как записи их рецептов словами, альтернативные формы гена можно представить как те же слова, написанные различными шрифтами: значение то же самое, и продукт рецепта выйдет тот же. Генетические изменения, «мутации», которые не делают различий, «не замечаются» естественным отбором. С точки зрения различий, которые они создают в жизни животного, они не являются мутациями вообще, но они – потенциально полезные мутации с точки зрения судебного эксперта. Популяция получается обладающей большим разнообразием в таком локусе (позиции на хромосоме), и этот вид разнообразия может в принципе быть использован для фингерпринтинга.

Другая теория вариаций, противоположная нейтральной теории Кимуры, полагает, что различные версии генов действительно делают разные вещи, и что есть некоторая особая причина, почему они все сохраняются естественным отбором в популяции. Например, могли бы быть две альтернативных формы белка крови, А и В, восприимчивые к двум

инфекционным болезням, называемым *alfluenza* и *betaccosis* соответственно, каждый невосприимчив к другой болезни. Как правило, инфекционная болезнь нуждается в критической плотности восприимчивых жертв в популяции, иначе эпидемия не может начаться. В популяции с преобладанием типов А часты эпидемии *alfluenza*, но не *betaccosis*. Поэтому естественный отбор благоприятствует типам В, невосприимчивым к *alfluenza*. Он благоприятствует им так, что через некоторое время те становятся господствующими в популяции. Теперь ситуация изменилась с точностью до наоборот. Есть эпидемии *betaccosis*, а не *alfluenza*. Естественный отбор теперь благоприятствует типам А, потому что они невосприимчивы к *betaccosis*. Популяция может продолжать колебаться между преобладанием А и преобладанием В, или может установиться на промежуточной комбинации, «равновесии». В любом случае, мы увидим много вариаций в рассматриваемом геномном локусе, и это – хорошие новости для фингерпринтеров. Это явление называют «частотозависимым отбором», и оно является предполагаемой причиной высокого уровня генетических вариаций в популяции. Есть и другие.

Однако в наших судебных целях имеет значение только то, что существуют изменчивые участки генома. Каким бы ни был вердикт в дебатах о том, являются ли полезные кусочки генома изменчивыми, в любом случае, есть много других участков генома, которые даже не читаются или никогда не транслируются в соответствующие им белки. Действительно, удивительно высокая доля наших генов, кажется, не делают вообще ничего. Поэтому они могут варьировать, что делает их превосходным материалом фингерпринтинга ДНК.

Как будто чтобы подтвердить факт, что значительная доля ДНК не делает ничего полезного, громадное количество ДНК в клетках различного рода организмов чудовищно изменчива. Так как информация ДНК является цифровой, мы можем измерить ее в тех же единицах, которых мы измеряем компьютерную информацию. Одного бита информации достаточно, чтобы определить одно да/нет решение: 1 или 0, истинно или ложно.

Компьютер, на котором я это пишу это, имеет 256 мегабит (32 мегабайта) оперативной памяти. (Первый компьютер, который у меня был, представлял собой большую коробку, но имел менее одной пятитысячной этой емкости памяти.) Аналогичная фундаментальная единица ДНК – нуклеиновое основание. Поскольку есть 4 возможных основания, информация, содержащаяся в каждом, равноценна 2 битам. Обычная кишечная бактерия *Escherichia coli* обладает геномом в 4 мегаоснований или 8 мегабит. У гребенчатого тритона, *Triturus cristatus* – 40 000 мегабит. 5 000-кратное отношение гребенчатого тритона и бактерии примерно такое же, как между моим нынешним компьютером и моим первым. У нас, людей, 3 000 мегаоснований или 6 000 мегабит. Это в 750 раз больше, чем у бактерии (что тешит наше тщеславие), но как мы должны расценивать тритона, превосходящего нас шестикратно? Мы предпочли бы думать, что размер генома не строго пропорционален тому, что он делает: по-видимому, довольно много этой ДНК тритона не делает ничего. Это, конечно, верно. Это также верно для большинства нашей ДНК. Мы знаем из других свидетельств, что из этих 3 000 мегаоснований человеческого генома лишь приблизительно 2 процента фактически используется для кодирования синтеза белка. Остальное часто называют мусорной ДНК. По-видимому, у гребенчатого тритона еще более высокий процент мусорной ДНК. У других тритонов – нет.

Излишек неиспользуемой ДНК относится к различным категориям. Часть ее похожа на реальную генетическую информацию, и, вероятно, представляет собой старые, ныне не работающие гены или устаревшие копии все еще используемых генов. Эти псевдогены имели бы смысл, если бы они читались и транслировались. Но они не читаются и не транслируются. Жесткие диски на компьютерах обычно содержат аналогичный мусор: старые копии незавершенной работы, пространство сверхоперативной памяти, используемое компьютером для временных операций, и так далее. Мы, пользователи, не видим этот мусор, потому что наши компьютеры показывают нам только те части диска, о которых мы должны знать. Но если Вы копнете глубже и прочитаете фактическую информацию на диске, байт

байтом, то Вы увидите мусор, и большая его часть будет иметь некоторый смысл. Есть, вероятно, множество разрозненных фрагментов этой самой главы, усеивающих мой жесткий диск в данное время, хотя есть только одна «официальная» копия, о которой компьютер мне сообщает (плюс предусмотрительная резервная копия).

В добавок к мусорной ДНК, которая *могла* бы читаться, но не читается, есть большое количество мусорной ДНК, которая не только не читается, но и не имела бы никакого смысла, если была прочитана. Есть огромные отрезки повторяемой бессмыслицы, возможно, повторение одного основания, или чередование одних и тех же двух оснований, или повторение более сложной схемы. В отличие от другого класса мусорной ДНК, мы не можем объяснить эти «тандемные повторы» как устаревшие копии полезных генов. Эта повторяющаяся ДНК никогда не расшифровывалась, и по-видимому никогда не имела никакого применения. (Во всяком случае, совсем бесполезна для выживания животного. С точки зрения эгоистичного гена, как я объяснил в другой книге, мы могли бы сказать, что любая разновидность мусорной ДНК «полезна» для самой себя, если только она сохраняется вживых и делает больше своих копий. Это предположение стало известным благодаря броской фразе «эгоистичная ДНК», хотя она немного неудачна, потому что, в моем изначальном смысле, рабочая ДНК также эгоистична. Поэтому некоторым людям понравилось называть ее «ультраэгоистичной ДНК».)

Так или иначе, каковы бы ни были причины, мусорная ДНК имеется, и в потрясающих количествах. Поскольку она не используется, она свободна меняться. Полезные гены, как мы видели, строго ограничены в их свободе изменяться. Большинство изменений (мутации) делает работу генов менее эффективной, животное умирает, и изменение не передается. Это является сутью дарвиновского естественного отбора. Но мутации в мусорной ДНК (главным образом изменения количества повторений в данном участке) не замечаются естественным отбором. Так, если мы оглянем популяцию, мы обнаружим большинство изменений, полезных для фингерпринтинга, в мусорных участках. Как мы сейчас увидим, тандемные повторы особенно полезны, потому что они разнятся в отношении числа повторов, простое свойство, которое легко измерить.

Если бы не это, судебный генетик должен был бы проверить точную последовательность оснований в нашем типовом участке. Это можно сделать, но секвенирование ДНК отнимает много времени. Тандемные повторы позволяют нам использовать хитроумные сокращенные методы, такие как обнаружил Алек Джеффрейс из Университета Лестера, по праву считающийся отцом фингерпринтинга ДНК (и теперь он – сэр Алек). У разных людей в конкретных местах – разное число тандемных повторов. У меня может быть 147 повторов данного фрагмента бессмыслицы, там где у Вас 84 повтора того же фрагмента бессмыслицы в соответствующем месте вашего генома. В другом участке, у меня может быть 24 повтора определенного фрагмента бессмыслицы при 38 повторах у Вас. У каждого из нас есть характерный фингерпринт, состоящий из ряда чисел. Каждое из этих чисел в нашем фингерпринте представляет собой количество повторов определенного фрагмента бессмыслицы в нашем геноме.

Мы получаем наши тандемные повторы от наших родителей. У каждого из нас 46 хромосом, 23 от отца, и 23 гомологичных, то есть соответствующих, хромосомы от матери. Эти хромосомы достаются нам со всеми их тандемными повторами. Ваш отец получил свои 46 хромосом от Ваших бабушки и дедушки по отцовской линии, но он не передал их вам в их полном объеме. Каждая из хромосом его матери была выровнена с ее отцовским коллегой, и они обменялись кусочками, прежде чем результирующая хромосома была помещена в сперматозоид, который помог создать вас. Каждый сперматозоид и каждая яйцеклетка уникальны, потому что они – различные комбинации материнских и отцовских хромосом. Процесс смешивания затрагивает как участки тандемных повторов, так и значащие участки хромосом. Поэтому наши характерные числа тандемных повторов унаследованы почти так же, как унаследованы цвет наших глаз и курчавость волос. С той разницей, что, тогда как цвет наших глаз обусловлен своего рода общим решением наших

отцовских и материнских генов, числа наших tandemных повторов являются свойствами самих хромосом и могут поэтому быть измерены отдельно для отцовских и материнских хромосом. В любом отдельном участке tandemного повтора у каждого из нас есть два варианта текста: число повторов отцовской хромосомы и число повторов материнской. Время от времени хромосомы мутируют – испытывают случайное изменение – в числах своих tandemных повторов. Или определенный tandemный участок может быть раздроблен хромосомным кроссинговером. Вот почему есть вариации в числах tandemных повторов в популяции. Красота чисел tandemных повторов состоит в том, что их легко измерить. Вам не нужно утруждаться детальным секвенированием закодированных оснований ДНК. Вы делаете нечто похожее на их взвешивание. Или, если взять другую столь же уместную аналогию, Вы разворачиваете их как цветные полосы от призмы. Я объясню один способ сделать это.

Сначала Вам нужно сделать некоторые приготовления. Вы делаете так называемый ДНК-зонд, который представляет собой короткую последовательность ДНК, точно соответствующую рассматриваемой последовательности бессмыслицы – длиной приблизительно до 20 нуклеотидных оснований. Это несложно сделать в настоящее время. Есть несколько методов. Вы можете даже купить готовую машинку, которая создает любые короткие последовательности ДНК, так же как Вы можете купить клавиатуру, чтобы выбивать любую желаемую цепочку букв на бумажной ленте. Снабжая синтезирующую машинку радиоактивным сырьем, вы делаете радиоактивными сами зонды, и таким образом их «маркируете». Это позволяет позже легко обнаружить зонды снова, поскольку естественная ДНК не радиоактивна, поэтому их легко отличить друг от друга.

Радиоактивные зонды – это тот инструмент, который Вы должны иметь наготове, прежде чем начнете использовать фингерпринтинг Джеффри. Другим необходимым инструментом является «рестрикционный фермент». Рестрикционные ферменты – это химические инструменты, которые специализируются на разрезании ДНК, но разрезании только в определенных местах. Например, один рестрикционный фермент может обследовать протяженность хромосомы, пока не найдет последовательность GAATTC (G, C, T и A – четыре буквы алфавита ДНК; все гены у всех видов на Земле отличаются только тем, что составлены из различных последовательностей из этих четырех букв). Другой рестрикционный фермент разрезает ДНК везде, где находит последовательность GCGGCCGC. В комплекте инструментов молекулярного биолога имеется множество различных рестрикционных ферментов. Они образуются бактериями, использующими их в целях собственной защиты. У каждого рестрикционного фермента есть своя собственная уникальная искомая цепочка, которая наводит ее на цель и разрезает.

Теперь фокус в том, чтобы выбрать рестрикционный фермент, чья собственная искомая цепочка полностью отсутствует в интересующем нас tandemном повторе. Поэтому ДНК по всей длине нарезается на короткие отрезки, ограниченные характерной искомой цепочкой рестрикционного фермента. Конечно, не все отрезки будут содержать tandemный повтор, который мы ищем. Всевозможные другие отрезки ДНК могут быть окружены искомой цепочкой, предпочитаемой ножницами рестрикционного фермента. Но некоторые из них будут состоять из tandemных повторов, и длина каждого разрезанного ножницами отрезка будет во многом определяться числом tandemных повторов в нем. Если у меня будет 147 повторов конкретного куска ДНК-бессмыслицы, там где у Вас только 83, то мои нарезанные фрагменты будут соответственно более длинными, чем Ваши.

Мы можем измерить эти характерные длины, используя технику, которая существует в молекулярной биологии уже долгое время. Это обычная процедура, которая довольно похожа на рассеивание призмой, как сделал Ньютон с белым светом. Стандартная «призма» ДНК представляет собой колонку гель-электрофореза, то есть длинную трубку, заполненную желе, через которое пропускают электрический ток.

Раствор, содержащий вырезанные отрезки ДНК, смешанные все вместе, заливают в один конец трубки. Все фрагменты ДНК электрически притягиваются к отрицательному

концу колонки, находящейся в другом конце трубки, и они равномерно движутся через желе. Но не все движутся с одной и той же скоростью. Подобно тому как свет с низкой частотой колебаний, распространяется сквозь стекло, маленькие фрагменты ДНК перемещаются быстрее, чем большие. В итоге, если Вы выключаете ток через соответствующий промежуток времени, фрагменты раскладываются по колонке, так же как раскладываются цвета Ньютона, потому что свет синего конца спектра с большей легкостью замедляется стеклом, чем свет красного конца.

Но мы еще не можем видеть фрагменты. Колонка желе выглядит одинаковой по всей высоте. Нет ничего, что бы указывало на то, что фрагменты ДНК различного размера скрываются в дискретных полосах на ее протяжении, и ничего, что бы указывало, какая полоса содержит какой ряд tandemных повторов. Как мы делаем их видимыми? Здесь в дело вступают радиоактивные зонды.

Чтобы сделать их видимыми, Вы можете использовать другой хитроумный метод, саузерн-блоттинг, названный в честь его изобретателя, Эдварда Саузерна. (Может несколько сбивать то, что есть другие методы, названные нозерн-блоттинг и вестерн-блоттинг, хотя нет никакого м-ра Нозерна или м-ра Вестерна.) Колонка желе вынимается из трубки и укладывается на промокательной бумаге. Жидкость в желе, содержащая фрагменты ДНК, просачивается из желе на промокательную бумагу. В промокательную бумагу предварительно вплетено множество радиоактивных зондов для определенных интересующих нас tandemных повторов. Исследуемые молекулы выстраиваются в линию на промокательной бумаге, располагаясь точно парами, по обычным правилам ДНК, со своими напарниками в tandemных повторах. Излишек исследуемых молекул смывается. Теперь единственные исследуемые радиоактивные молекулы, оставшиеся в промокательной бумаге – это те, которые связались со своими напарниками выхваченными из желе. Промокательная бумага затем помещается на кусок рентгеновой пленки, на которой потом радиоактивность оставляет след. Поэтому то, что Вы видите, когда проявите пленку – это ряд темных полос, еще один штрихкод. Окончательный узор штрихкода, который мы читаем на саузерн-блоттинге, является «отпечатками пальцев» личности, точно так же, как фраунгоферовы линии являются «отпечатками пальцев» для звезды, или линии форманты – «отпечатками пальцев» для гласного звука. Действительно, штрихкод, полученный из крови, выглядит очень похоже на фраунгоферовы линии или линии форманты.

Подробности метода фингерпринтинга ДНК весьма сложны, и я не буду сильно в них вдаваться. Например, одна стратегия состоит в том, чтобы обработать ДНК одновременно большим количеством зондов. И вы получаете, тогда ассортимент полос штрихового кода одновременно. В чрезвычайных случаях полосы сливаются друг с другом, и все, что Вы получаете, – это один большой мазок со всеми возможными размерами фрагментов ДНК, представленных где-либо в геноме. Это не хорошо для целей идентификации. В другой крайности, люди используют только один зонд, за раз ищущий один генетический «локус». Этот «однолокусный фингерпринтинг» дает Вам хорошие, чистые полосы, как фраунгоферовы линии. Но только одну или две полосы на человека. Даже в этом случае шансы спутать людей малы. Причина в том, что характеристики, о которых мы говорим, не похожи «на карие глаза против голубых», когда многие люди были бы одинаковыми. Характеристики, которые мы измеряем, вспомните, представляют собой длины фрагментов tandemных повторов. Число возможных длин очень велико, поэтому даже однолокусный фингерпринтинг довольно хорош в целях идентификации. Однако не вполне хорош, поэтому на практике судебный фингерпринтинг ДНК обычно использует полдюжины отдельных зондов. Тогда возможность ошибки действительно очень низка. Но мы все еще должны говорить о том, насколько низка, потому что от этого могут зависеть жизни и свобода людей.

Сначала мы должны вернуться к нашему различию между ложноположительным и ложноотрицательным результатом. Свидетельство ДНК может быть использовано, чтобы оправдать невиновного подозреваемого, или оно может указать на виновного. Предположим, что сперма получена из влагалища жертвы насилия. Косвенные улики заставляют полицию

арестовать человека, подозреваемого А. Подозреваемый А дает образец крови, и тот сравнивается с образцом спермы, используя единственный ДНК-зонд, чтобы исследовать один локус tandemного повтора. Если они отличны, подозреваемый А находится вне подозрений. Мы даже не должны рассматривать второй локус.

Но что, если кровь подозреваемого А соответствует образцу спермы в этом локусе? Предположим, что они оба имеют один и тот же узор штрихкода, который мы назовем узором Р. Это согласуется с тем, что подозреваемый был виновным, но не доказывает этого. Могло случайно оказаться, что он просто имел общий узор Р с реальным насильником. Мы должны теперь рассмотреть еще несколько локусов.

Если образцы снова соответствуют, какова вероятность, что такое сочетание было совпадением – ложноположительной ошибочной идентификацией? Здесь мы должны начать думать статистически о населении в целом. Теоретически, беря кровь выборочного мужчины в населении в целом, мы должны быть способны вычислить вероятность, что любые два мужчины будут идентичны в каждом интересующем нас локусе. Но из какой части населения мы производим нашу выборку?

Помните нашего одиночного бородача на старомодном опознании? Здесь его молекулярный аналог. Предположим, что, во всем мире только один из миллиона мужчин обладает узором Р. Означает ли это, что есть один шанс на миллион несправедливо осудить подозреваемого А? Нет. Подозреваемый А может принадлежать к малочисленной группе людей, предки которых иммигрировали из определенной части мира. Локальные популяции часто разделяют генетические особенности, по той простой причине, что они происходят от одних и тех же предков. Из 2.5 миллионов южноафриканских голландцев, или африканеров, большинство происходят от одной партии иммигрантов на судне, которые прибыли из Нидерландов в 1652 году. Как индикатор узости этого генетического бутылочного горлышка, приблизительно миллион все еще носит фамилии 20 из этих первоначальных поселенцев. У африканеров намного выше частота определенных генетических болезней, чем в мировом населении в целом. Согласно одной оценке, приблизительно у 8 000 (каждого 300-ого) есть заболевание крови, вариетатная порфирия, которая намного реже встречается в остальном мире. Причина, видимо, состоит в том, что они происходят от одной конкретной пары на судне, Геррита Джансзена и Ариаантдж Джакобс, хотя не известно, кто из них был носителем (доминантного) гена этого заболевания. (Девушка была одной из восьми девочек из роттердамского приюта, посаженных на судно, чтобы обеспечить поселенцев женами.) Собственно, до появления современной медицины заболевание не замечалось вообще, потому что его наиболее заметным симптомом является летальная реакция на определенное современное обезболивающее (южноафриканские больницы теперь обычно проверяют на наличие этого гена перед назначением обезболивающих средств). Другие поселения часто обладают локально высокой частотой других особых генов, по той же причине. Возвращаясь к нашему гипотетическому судебному делу, если и подозреваемый А, и реальный преступник принадлежат к одному и тому же меньшинству, вероятность случайной ошибки могла бы быть намного больше, чем вы могли бы подумать, если бы ваши оценки основывались на населении в целом. Дело в том, что частота узора Р у людей в целом в таком случае не актуальна. Мы должны знать частоту узора Р в группе, к которой принадлежит подозреваемый.

В этой потребности нет ничего нового. Мы уже видели аналогичную опасность на обычном опознании.

Если главный подозреваемый – китаец, бесполезно ставить его в ряд, в основном состоящий из представителей запада. И такие же статистические рассуждения о фоновой популяции необходимы при идентификации украденных товаров, так же как самих подозреваемых. Я уже упоминал, что выполнял обязанности присяжного в Оксфордском Суде. В одном из тех трех судебных дел, на котором я заседал, человек обвинялся в краже трех монет у конкурирующего нумизмата. Обвиняемый был пойман с тремя монетами, которые соответствовали утраченным. Заключение обвинения было красноречивым.



Дамы и господа присяжные, должны ли мы действительно полагать, что три монеты, в точности того же самого типа, что и три пропавших монеты, просто окажутся обнаруженными в доме конкурирующего коллекционера? Я заявляю Вам, что такое совпадение слишком большое, чтобы быть правдой.

Присяжным не разрешают перекрестный допрос. Это было обязанностью адвоката защиты, и он, хотя, несомненно, знал законы, и при этом обладал красноречием, имел не большее представление о теории вероятности, чем обвинитель. Мне жаль, что он не сказал что-то вроде:

Ваша честь, мы не знаем, является ли совпадение слишком непохожим на правду, потому что мой ученый друг не представил нам совсем никакого свидетельства относительно редкости или распространенности этих трех монет в популяции в целом. Если эти монеты настолько редки, что только один из ста коллекционеров в стране обладал любой из них, версия обвинения весьма сильна, так как ответчик был пойман с тремя из них. С другой стороны, если таких монет как грязи, то свидетельств для обвинения недостаточно. (Ударяясь в крайность, три монеты, которые есть в моем кармане сегодня, современные платежные средства, весьма вероятно, такие же самые, как три монеты в кармане Вашей Светлости.)

Я указываю на то, что ни одному юридически подкованному уму в суде просто не приходит в голову, счесть уместным спросить, насколько редки были эти три монеты в популяции в целом. Юристы умеют, конечно, складывать (я когда-то получил счет от адвоката, последним пунктом которого было «время, потраченное на составление этого счета»), но теория вероятности – это другое дело.

Я надеюсь, что монеты были на самом деле редки. Если это не так, то их кража не была бы настолько серьезным фактом, и судебное дело, по-видимому, никогда не возбуждалось бы. Но присяжным нужно было сказать прямо. Я помню, что этот вопрос возник в комнате совещания присяжных, и нам было жаль, что нам не разрешалось возвращаться в суд, чтобы добиться разъяснений. Аналогичный вопрос в равной степени уместен в случае свидетельства ДНК, и его, конечно, больше всего задают. К счастью, если изучено достаточное число отдельных генетических локусов, вероятность неправильной идентификации – хоть среди представителей меньшинств, хоть среди членов семьи (кроме одноййцевых близнецов) – может быть уменьшена до действительно очень невысокого уровня, намного ниже, чем можно достичь любым другим методом идентификации, включая свидетельство очевидца.

В полной мере, насколько мала оставшаяся возможность ошибки, может все еще быть открыто для дискуссии. И здесь мы подходим к третьей категории возражений против свидетельств ДНК, просто явной глупости. Адвокаты приучены набрасываться, когда экспертные свидетели, кажется, противоречат друг другу. Если два генетика вызваны на место свидетеля, и их просят оценить вероятность ошибочной идентификации при использовании свидетельства ДНК, первый может сказать 1 000 000 к одному, в то время как второй может сказать только 100 000 к одному. Атака. «Ага! АГА! Эксперты не соглашаются! Дамы и господа присяжные, как мы можем доверять научному методу, если сами эксперты расходятся друг с другом в десять раз? Очевидно, единственное, что остается сделать – отбросить свидетельство совсем.»

Но в этих случаях, хотя генетики могут быть склонны давать различные оценки, не поддающиеся точному определению величин, вроде эффекта расовой подгруппы, любое разногласие между ними только в том, какова вероятность неправильной идентификации, сверх-мегаастрономическая или просто астрономическая. Эта вероятность обычно не будет меньше, чем тысяча к одному, и вполне может быть миллиардной. Даже по самым осторожным оценкам, вероятность неправильной идентификации намного меньше, чем на

обычном опознании. «Ваша честь, опознание среди всего лишь 30 мужчин чрезвычайно несправедливо к моему клиенту. Я требую ряд из по крайней мере миллиона мужчин!»

Экспертные статистики, призванные представить данные о вероятности, что обычное опознание с 20 людьми могло бы дать ложную идентификацию, также не согласились бы между собой. Некоторые дали бы простой ответ, один к 20. Под перекрестным допросом они затем согласились бы, что она могла быть меньше чем один к 20, в зависимости от природы отличий в ряду подставных людей относительно особенностей подозреваемого (это было сутью проблемы единственного бородатого человека в ряду). Но одно, в чем согласились бы все статистики – что вероятность ошибочной идентификации, по чистой случайности – по крайней мере один к 20. Однако адвокаты и судьи обычно рады согласиться с обычными процедурами опознания, в которых подозреваемый стоит в ряду только из 20 мужчин.

После репортажа об исключении свидетельств ДНК в судебных делах в лондонском центральном уголовном суде Олд-Бейли, газета «Independent» от 12 декабря 1992 года предсказала последующий поток апелляций. Идея в то, что каждый, томящийся в настоящее время в тюрьме благодаря свидетельствам идентификации ДНК, теперь будет способен его обжаловать, ссылаясь на прецедент. Но поток может быть еще больше, чем представляла себе «Independent», потому что, если это отклонение свидетельств ДНК действительно является серьезным прецедентом для чего-либо, оно подвергает сомнению все случаи, в которых вероятность случайной ошибки больше, чем тысяча к одному. Если свидетельница говорит, что она «видела» кого-то и идентифицировала его на опознании, адвокаты и присяжные удовлетворены. Но вероятность ошибочной идентификации, когда задействован человеческий глаз, намного больше, чем тогда, когда идентификация выполнена фингерпринтингом ДНК. Если мы относимся к прецеденту серьезно, это должно означать, что каждый обвиненный преступник в стране будет иметь превосходную причину обратиться с апелляцией на основании ошибочной идентификации. Даже там, где подозреваемого видели множество свидетелей с дымящимся пистолетом в руке, вероятность несправедливости правосудия должна быть больше, чем один к 1 000 000.

Недавний широко освещавшийся случай в Америке, где присяжные систематически проявляли непонимание свидетельств ДНК, также стал печально известным благодаря другому примеру неумения использования теории вероятности. Ответчик, который, как известно, бил свою жену, в конце концов сел на скамью подсудимых по подозрению в ее убийстве. Один из высокочлассной команды защиты, гарвардский профессор права, выдвинул следующий аргумент. Статистика показывает, что из мужчин, которые били своих жен, только каждый 1000-ый доходил до их убийства.

Вывод, который, как можно было бы ожидать, сделает любой присяжный (и они действительно намеревались сделать), в том, что избивание ответчиком своей жены должно быть проигнорировано в судебном разбирательстве убийства. Разве свидетельство всецело не указывает, что бьющий жену вряд ли превратится в ее убийцу? Неправильно. Доктор И.Дж Гуд, профессор статистики, написал в научный журнал «Nature» в июне 1995 года, чтобы вскрыть ошибку. В выступлении адвоката защиты упущен дополнительный факт, что убийство жены является редким по сравнению с ее избиванием. Хорошо подсчитано, что, если взять то меньшинство жен, которых и бьют мужья, и которых убивают, то действительно весьма вероятно, что убийца окажется мужем. Это – уместный способ подсчитать вероятность, потому что в обсуждаемом случае несчастная жена была кем-то убита, будучи избитой своим мужем.

Без сомнения есть адвокаты, судьи и коронеры, которые могли бы извлечь пользу из лучшего понимания теории вероятности. В некоторых случаях, однако, нельзя сдерживать подозрение, что они понимают ее очень хорошо и симулируют некомпетентность. Я не знаю, было ли это так в случае, только что указанном.

То же самое подозрение выражено Доктором Теодором Дэлримплом, едким медицинским обозревателем London Spectator, в этом типично сардоническом отчете, от 7 января 1995, в том как он был призван в качестве свидетеля-эксперта в суде коронера:

...богатый и успешный человек, с которым я был знаком, проглотил 200 таблеток и бутылку рома. Коронер спросил меня, думаю ли я, что он мог принять их случайно, я собирался ответить звучно и уверенно «нет», когда коронер немного пояснил: был ли хоть один из миллиона шансов, что он принял их случайно? «Ну, в общем, я думаю, что да», – ответил я. Коронер (и семья мужчины) успокоились, был вынесен вердикт, оставляющий вопрос открытым, семья обогатилась более чем на 750 000 £, а страховая компания обеднела на такую же сумму, по крайней мере, пока не повысила мне вознаграждение.

Сила фингерпринтинга ДНК является проявлением общей силы науки, которая заставляет некоторых людей ее бояться. Важно не усугублять такие опасения, требуя слишком многого или стремясь продвигаться слишком быстро. Позвольте мне закончить эту довольно специализированную главу, вернувшись к обществу и важному и трудному решению, которое мы все вместе должны принять. Я обычно избегаю обсуждения вопросов, имеющих лишь временное значение, боясь устареть, или локальных, боясь быть ограниченным, но вопрос общенациональной базы данных ДНК начинает заботить большинство стран, каждую по-своему, и обязательно станет более актуальным в будущем.

Теоретически возможно содержать национальную базу данных последовательностей ДНК каждого мужчины, женщины и ребенка в стране. Тогда всякий раз, когда образец крови, спермы, слюны, кожи или волос будет найден на месте преступления, полиции не надо будет устанавливать местонахождение подозреваемого другими средствами, прежде чем сравнит его ДНК с образцом. Она сможет просто искать в компьютерной национальной базе данных. Само предложение вызывает бурный протест. Это было бы нарушением свободы личности. Это – первый шаг катастрофы. Гигантский шаг в сторону полицейского государства. Я всегда был немного озадачен тем, почему люди автоматически реагируют так сильно против предложений, таких как эти. Если я рассмотрю вопрос беспристрастно, я думаю, что в итоге выступлю против него. Но это не то, что следует оголтело осуждать, даже не рассматривая плюсы и минусы. Давайте сделаем это.

Если информация, как гарантируют, будет использоваться только для ловли преступников, трудно понять, почему кто-либо не являющийся уголовником должен возражать. Я знаю, что много активистов за гражданские свободы будут возражать из принципа. Но я действительно не понимаю почему, если только мы не хотим защищать право преступников совершать преступления и не быть обнаруженными. Я также не вижу никакой веской причины против создания национальной базы данных обычных, чернильных отпечатков пальцев (кроме одной практической, что, в отличие от фингерпринтинга ДНК, автоматический компьютерный поиск обычных отпечатков пальцев трудно осуществлять). Преступление – серьезная проблема, которая снижает качество жизни всех, кроме преступников (а, возможно, даже их: по-видимому, нет ничего, что бы препятствовало обворовыванию дома грабителя). Если бы национальная база данных ДНК значительно помогла полиции ловить преступников, возражения должны были быть вескими, чтобы перевешивать преимущества.

Вот одно важное предостережение. Одно дело – использовать свидетельство ДНК, или свидетельство масс-скрининговой идентификации любого вида, чтобы подтвердить подозрение, которое полицейские уже имеют на других основаниях. Совсем другое дело – использовать его, чтобы арестовать любого в стране, кто подходит под образец. Если есть определенная невысокая вероятность случайной схожести между, скажем, образцом спермы и кровью невиновного человека, вероятность, что этот человек будет также ложно подозреваться на независимых основаниях, очевидно, намного ниже. Поэтому методика простого поиска по базе данных и ареста того человека, который соответствует образцу, значительно более вероятно приведет к несправедливости, чем система, которая сначала требует других оснований для подозрения. Если образец с места преступления в Эдинбурге оказался соответствующим моей ДНК, нужно ли позволить полиции стучать в мои двери в

Оксфорде и арестовывать меня без других доказательств? Я думаю, нет, но стоит отметить, что полицейские уже делают нечто подобное с чертами лица, когда публикуют в центральных газетах фоторобот или описание, сделанное свидетелем, и просят людей по всей стране телефонировать им, если те «узнают» лицо. Еще раз, мы должны остерегаться нашей естественной склонности больше доверять идентификации по чертам лица, чем всем другим видам идентификации личности.

Кроме преступлений, информация в национальной базе данных ДНК представляет реальную опасность, если попадет в не те руки. Я имею в виду в руки тех, кто хочет использовать ее не для поимки преступников, а в других целях, возможно, связанных с медицинским страхованием или шантажом. Есть серьезные причины, почему люди без преступных намерений вообще могли бы желать, чтобы не был известен их профиль ДНК, и мне кажется, что их приватность должна уважаться. Например, значительное число людей, которые полагают, что они доводятся отцом определенному ребенку, ими не являются. Столь же значительное число детей считают своим настоящим отцом того, кто им не является. Любой, кто имеет доступ к национальной базе данных ДНК, мог бы открыть правду, и результатом могло быть огромное эмоциональное потрясение, разрушение брака, нервный срыв, шантаж или хуже. Могут быть некоторые, кто чувствует, что правда должна быть всегда раскрыта, хоть это и неприятно, но я думаю, что есть серьезные основания полагать, что общая сумма человеческого счастья не увеличится благодаря внезапной вспышке открытий настоящего отцовства каждого.

Кроме того, есть медицинские и страховые проблемы. Весь бизнес страхования жизни зависит от невозможности точно предсказать, когда кто-то умрет. Как сказал сэр Артур Эддингтон: «Человеческая жизнь, как говорится, неопределенна; мало что является более определенным, чем финансовая состоятельность компании по страхованию жизни.» Все мы платим наши страховые взносы. Те из нас, кто умирает позже, чем ожидается субсидирует (наследников) тех, кто умирает ранее ожидаемого. Страховые компании уже делают статистические предположения, которые частично подрывают систему, давая им возможность требовать от клиентов высокой степени риска больших страховых взносов. Они посылают врача, чтобы тот послушал наше сердце, измерял кровяное давление и узнавал о наших привычках курить и пить. Если бы актуарии точно знали, когда мы все должны умереть, то страхование жизни стало бы невозможным. В принципе, национальная база данных ДНК, если бы актуарии могли ею завладеть, могла бы подвести нас ближе к этому плачевному исходу. Можно было бы достичь крайности, когда единственным видом смертельного риска, от которого можно было бы застраховаться, был бы чистый несчастный случай.

Точно так же люди, отбирающие кандидатов на рабочие места или претендентов на места в университете, могли бы использовать информацию ДНК способами, которыми многие из нас могли бы счесть нежелательными. Некоторые предприниматели уже используют сомнительные методы, такие как графология (анализ почерка как предполагаемого показателя характера или способностей). В отличие от случая графологии, есть серьезные основания полагать, что информация ДНК могла бы быть действительно полезна для оценки способностей. Но тем не менее, я был бы одним из многих, кто беспокоился бы, если бы отборочная комиссия использовала информацию ДНК, по крайней мере, если бы она делала это тайно.

Один из главных аргументов против создания национальных баз данных любого вида — аргумент «что, если это попадет в руки Гитлера?». На первый взгляд, не ясно, как преступное правительство извлекло бы выгоду из информационной базы истинных данных о людях. Можно сказать, они настолько искусны в использовании ложной информации, что зачем им утруждаться злоупотреблять истинной информацией? В случае Гитлера, однако, есть довод относительно его кампании против евреев и других. Хотя не правда, что можно узнать еврея по его ДНК, есть особые гены, которые характерны для людей, предки которых прибыли из определенных областей, скажем, из центральной Европы, и есть статистические

корреляции между обладанием определенными генами и еврейством. Кажется бесспорным, что, если бы режим Гитлера имел в своем распоряжении национальную базу данных ДНК, они нашли бы ужасные способы ею злоупотреблять.

Существует ли способ оградить общество от этого потенциального зла, сохраняя выгоду от помощи в поимке преступников? Я не уверен. Я думаю, это может быть нелегко. Можно было бы защитить честных граждан от страховых компаний и предпринимателей, ограничив национальную базу данных некодирующими областями генома. В базе данных упоминались бы только tandemные повторы областей генома, а не гены, которые в действительности что-то делают. Это помешало бы актуариям рассчитывать продолжительность нашей жизни и заставило бы искателей талантов косвенно гадать о наших способностях. Но это вовсе не защитило бы нас от раскрытия правды (или от шантажистов, раскрывающих правду) об отцовстве, которую мы могли бы предпочитать не знать. Совсем наоборот. Идентификация костей Йозефа Менгеле по крови его сына была полностью основана на tandemных повторах ДНК. Я не вижу никакого легкого ответа на это возражение, кроме как сказать, что, поскольку анализ ДНК становится проще, так или иначе будет все больше возможностей обнаружить отцовство без обращения к национальной базе данных. Человек, подозревающий, что «его» ребенок на самом деле не его, уже может взять кровь ребенка и сравнить ее со своей собственной. Ему не нужна национальная база данных.

Не только судебные постановления но и постановления следственных комиссий и других органов на которые возложены расследования инцидентов или несчастных случаях, часто касаются от научных тем. Ученых вызывали как экспертов в фактических вопросах: в тонкостях определения утомления, в заразности синдрома коровьего бешенства, и так далее. Затем, производивших экспертизу ученых отпускают и наделенные властью в серьезном деле принятия решения, могут с выполнить свое дело. Подразумевается, что ученые способны обнаруживать мельчайшие факты, а другие, часто адвокаты или судьи, являются более квалифицированными в объединении их и рекомендации конкретных действий. Напротив, можно представить серьезные доводы, что научный образ мышления ценен не только для сбора подробных фактов, но для вынесения окончательного вердикта. Когда, скажем, произошла авиакатастрофа или разрушительный дебош футбольных болельщиков, ученый может быть лучше квалифицирован, чтобы возглавить расследование, чем судья, не из-за своих знаний, а из-за методов, которые ученые используют, чтобы выяснить положение вещей и принять решение.

Случай ДНК-фингерпринтинга предполагает, что адвокаты были бы лучшими адвокатами, судьи лучшими судьями, парламентарии лучшими парламентариями и граждане лучшими гражданами, если бы они знали больше о науке и, главное, если бы они рассуждали больше как ученые. Не только потому, что ученые ценят достижение правды выше выигрыша в деле. Судьи и принимающие решения в целом могли бы быть лучше в принятии решений, если бы они были более искусными в искусстве статистических рассуждений и оценки вероятности. Этот момент повторно появится в следующих двух главах, которые имеют дело с суеверием и так называемым сверхъестественным..

## **6. Одураченные сказками**

*Для взрослого человека доверчивость – слабость, для ребенка – сила.*

**Чарльз Лэм «Очерки Элии»**

У нас есть потребность удивляться, поэтическая потребность, которая должна удовлетворяться реальной наукой, но которая была похищена, часто ради денежной выгоды, распространителями суеверий, паранормального и астрологии. Звучные фразы, вроде «четвертый дом эры Водолея», или «Нептун отступил и перешел в Стрельца»,

подстегивают дутую романтику, которая для наивных и впечатлительных почти неотличима от подлинной научной поэзии: «Вселенная щедрa сверх нашего понимания» например, из «Тени забытых предков» (1992) Карла Сагана и Энн Дрюан; или, из той же книги (после описания, как солнечная система сконденсировалась из вращающегося диска), «диск покрылся рябью возможного будущего». В другой книге, Карл Сagan заметил:

Как получается, что почти ни одна значительная религия не посмотрит на науку и не скажет: «Это лучше, чем мы думали! Вселенная намного больше, чем говорили наши пророки, величественнее, утонченнее, изящнее»? Вместо этого они говорят: «Нет, нет, нет! Мой бог – маленький бог, и я хочу, чтобы он таки и оставался». Религия, старая или новая, которая подчеркивает великолепие Вселенной как ее показывает современная наука, могла бы быть способна вызвать почтение и страх, едва ли достижимые обычными верованиями.

*«Голубое пятнышко» (1995).*

Коль скоро традиционные религии на Западе в упадке, их место, кажется, заняла не наука, с ее пронизательным, более возвышенным видением космоса, а не что иное как паранормальное и астрология. Некогда можно было надеяться, что к концу этого столетия, наиболее успешного с научной точки зрения, наука будет встроена в нашу культуру и наши эстетические чувства, поднявшись до уровня поэзии. Не возрождая пессимизма Ч. П. Сноу середины столетия, я, скрепя сердце, признаю, что, учитывая, что остается только два года, этим надеждам не суждено сбыться. Книги по астрологии продаются лучше, чем книги по астрономии. Телевидение валом валит к второразрядным фокусникам, строящих из себя экстрасенсов и ясновидящих. Эта глава рассматривает суеверия и легковёрность, пробуя объяснить их и ту легкость, с которой они могут быть использованы. Глава 7 затем отстаивает простое статистическое мышление как противоядие от паранормальной болезни. Начнём с астрологии.

27 декабря 1997 года одна из крупнейших британских центральных газет, «Daily Mail», посвятила свою основную передовицу астрологии под заголовком-шапкой «1998: Начало Водолея». Чувствуешь почти благодарность, когда дальше статья признает, что комета Хейла–Боппа не была прямой причиной смерти принцессы Дианы. Высокооплачиваемый газетный астролог сообщает нам, что «медленно движущийся, мощный Нептун» собирается объединить «усилия» со столь же мощным Ураном по мере перехода в Водолей. Это будет иметь драматические последствия:

...всходит Солнце. И комета прибыла, чтобы напомнить нам, что это Солнце не физическое солнце, а духовное, экстрасенсорное, внутреннее солнце. Оно, следовательно, не должно подчиняться законам гравитации. Оно может выйти из-за горизонта быстрее, если достаточное количество людей начнут приветствовать и поощрять его. И оно может рассеять тьму в момент своего появления.

Как люди могут считать это бессмысленную кашу привлекательной, особенно ввиду реальной вселенной как ее показывает астрономия?

Безлунной ночью, когда «звезды выглядят очень холодными на небе» и заметны только облака – светящиеся пятна Млечного пути, отъедьте в место, менее загрязненное уличным освещением, лягте на траву и пристально поглядите на небо. При первом взгляде Вы замечаете созвездия, но узоры созвездий означают не больше, чем пятно сырости на потолке ванной. Заметьте в связи с этим, как мало смысла говорить что-то вроде «Нептун переходит в Водолей». Водолей – это разнородная группа звезд, все на разном расстоянии от нас, которые не связаны друг с другом, за исключением того, что они составляют (бессмысленный) рисунок, когда видны из определенного (не особо знаменательного) места в галактике (отсюда). Созвездие – не структура вообще, и поэтому не является вещью, о

которой можно разумно сказать, что «в нее» переходит Нептун или что-либо еще.

Форма созвездия, кроме того, эфемерна. Миллион лет назад наши предки Номо erectus вглядывались ночью (тогда не было светового загрязнения, разве что оно могло исходить от блистательного новшества того вида, лагерного костра) в набор совсем других созвездий. Миллион лет спустя, наши потомки будут видеть в небе другие формы, и мы уже знаем точно, как они будут выглядеть. Это – что-то вроде детального предсказания, которое могут сделать астрономы, но не астрологи. И – снова же в отличие от астрологического предсказания – оно будет правильным. Из-за конечной скорости света, когда вы смотрите на большую галактику в Андромеде, вы видите ее такой, как она была 2.3 миллиона лет назад, когда *австралопитеки* крались по Высокому Вельду<sup>8</sup>. Вы смотрите назад во времени. Переведите ваши глаза на несколько градусов к ближайшей яркой звезде в созвездии Андромеды, и вы увидите Мирах, но намного более недавнюю, такую, какой она была когда Уолл Стрит потерпела крах. Солнце, когда Вы видите его цвет и форму, было таким лишь восемь минут назад. Но наведите большой телескоп на галактику Сомбреро, и вы узрите триллион солнц, какими они были до того, как ваши хвостатые предки робко глядели через древесный полог, а Индия наталкивалась на Азию, поднимая Гималаи. Столкновение в большем масштабе, между двумя галактиками в Квинтете Стефана, предстает перед нами в то время, когда появились земные динозавры, а трилобиты лишь недавно погибли.

Назовите любое событие в истории, и вы найдете звезду, свет которой дает вам некоторое впечатление о том, что произошло в год того события. Если вы не очень маленький ребенок, где-нибудь в вечернем небе вы можете найти звезду вашего личного рождения. Ее свет – термоядерное свечение, возвещающее год вашего рождения. Действительно, вы можете найти довольно много таких звезд (приблизительно 40, если вам 40; приблизительно 70, если вам 50; приблизительно 175, если вам 80 лет). Когда вы смотрите на одну из звезд года вашего рождения, ваш телескоп представляет собой машину времени, позволяющую вам стать свидетелем термоядерных событий, которые фактически произошли в год, когда вы родились. Приятное тщеславие, но только и всего.

Звезда вашего рождения не снизойдет до того, чтобы сказать что-нибудь о вашей личности, вашем будущем или вашей сексуальной совместимости. У звезд большой план действий, в котором не фигурирует озабоченность человеческой ничтожностью. Звезда вашего рождения, конечно, является вашей только в этом году. В следующем году вы должны обратиться к поверхности большей сферы, отстоящей на один световой год дальше. Представьте себе эту расширяющуюся сферу как радиус хороших новостей, новостей о вашем рождении, постоянно распространяющихся в эфире. Во вселенной Эйнштейна, в которой, как считает большинство физиков, мы живем, в принципе ничто не может распространяться быстрее, чем свет. Поэтому, если вам 50 лет, у вас есть личный пузырь новостей радиусом 50 световых лет. Внутри этой сферы (немногим больше тысячи звезд) новость о вашем существовании может в принципе (хотя, очевидно, не практически) распространиться. Вне этой сферы вы с тем же успехом могли бы не существовать; в эйнштейновском смысле вас не существует. У старших людей сферы существования больше, чем у более молодых, но ничье существование не простирается больше, чем на крошечную часть вселенной. Рождение Иисуса может казаться нам древним и важным событием, по мере того, как мы достигаем его второго тысячелетия. Но эти новости столь свежи в этом масштабе, что, даже при самых идеальных обстоятельствах, они в принципе могли бы быть объявлены меньше чем одной 200 триллионной из всех звезд во вселенной. Вокруг многих, если не большинства, тех звезд будут вращаться планеты. Их число столь огромно, что,

---

<sup>8</sup> Велд (от нидерл. veld – «поле») – обширные засушливые плато в Южной Африке, главным образом в ЮАР, расположенные в междуречье рек Лимпопо и Вааль и в верхнем течении реки Оранжевая. Образуют серию ступеней, повышающихся к Драконовым горам и понижающихся к впадине Калахари и долине Лимпопо. Различают Низкий, Кустарниковый, Средний и Высокий Велд. Высокий Велд лежит между реками Оранжевая и Вааль. (Википедия, прим. верст.)

вероятно, на некоторых из них есть формы жизни, на некоторых эволюционировал разум и технологии. И все же расстояние и время, которое разделяет нас, настолько велико, что тысячи форм жизни могли независимо эволюционировать и исчезнуть без возможности у одной узнать о существовании какой-либо другой.

Чтобы подсчитать количество звезд рождения, я предположил, что звезды расположены в среднем приблизительно на расстоянии 7.6 световых лет друг от друга. Это приближенно верно для нашей локальной области галактики Млечный Путь. Кажется, что это удивительно низкая плотность (приблизительно 440 кубических световых лет на звезду), но фактически она высока в сравнении с плотностью звезд во вселенной в целом, где космос между галактиками пустует. Айзек Азимов драматично это проиллюстрировал: это как если бы вся материя вселенной была единственной песчинкой, помещенной в середине пустой комнаты 20 миль длиной, 20 миль шириной и 20 миль высотой. И в то же время, как будто эта единственная песчинка распылена на тысячу миллионов миллионов миллионов фрагментов, поскольку это – приблизительно число звезд во вселенной. Это – некоторые из отрезвляющих фактов астрономии, и вы можете видеть, что они красивы.

Астрология в сравнении этим – эстетическое оскорбление. Ее докоперниковское любительское использование дискредитирует и унижает астрономию, как использование Бетховена в коммерческом рекламном ролике. Это также является оскорблением науки психологии и многообразия человеческой личности. Я говорю о легком и потенциально вредоносном обычае астрологов делить людей на 12 категорий. Скорпионы – веселый, общительный тип, в то время как Львы, с их упорядоченной индивидуальностью, подходят Весам (или чему там они подходят). Моя жена Лалла напомнила случай, когда американская восходящая звезда подошла к режиссеру фильма, над которым они оба работали: «Бог мой, м-р Премингер, какой Ваш знак?» и получила бессмертную отповедь с неразборчивым австрийским акцентом: «Мой знак – Не Беспокоить».

Индивидуальные особенности – реальный факт, и психологи добились некоторого успеха в разработке математических моделей, имея дело с его вариациями по многим измерениям. Первоначально большое количество измерений может быть математически свернуто до меньшего количества, с измеримой, и в некоторых целях добросовестной, потерей в прогнозирующей способности. Это меньшее количество полученных измерений иногда соответствует измерениям, которые мы интуитивно думаем, что осознаем – агрессивность, упрямство, заботливость и так далее. Суммирование индивидуальных особенностей человека как точки в многомерном пространстве является полезным приближением, ограничения которого могут быть точно определены. Это сильно отличается от любого распределения по взаимоисключающим группам, и конечно, это вовсе не те нелепые выдумки газетных астрологов с 12 корзинами хлама. Это основано на действительно полезной информации непосредственно о людях, а не о их днях рождения. Многомерное измерение психолога может быть полезным при решении, подходит ли человек для определенной карьеры или сделать ли паре предложение друг к другу. 12 категорий астролога представляют собой дорогостоящее и бесполезное развлечение, если не хуже.

Кроме того, они странно уживаются с нашими современными строгими табу и законами против дискриминации. Читатели газет приучены рассматривать себя, своих друзей и коллег как Скорпионов, или Весы, или какой-нибудь из других 12 мифических «знаков». Если на мгновение об этом задуматься, разве это не является разновидностью дискриминационного навешивания ярлыков, почти как культурные стереотипы, которые многие из нас ныне находят предосудительными? Я могу представить скетч Монти Пайтона, в котором газета публикует в ежедневной рубрике примерно такое:

*Немцы* : в вашем характере быть трудолюбивыми и методичными, что должно благоприятствовать вам сегодня в работе. В своих личных отношениях, особенно этим вечером, вы должны будете обуздать вашу врожденную склонность подчиняться приказам.



*Испанцы* : ваша латинская горячая кровь может взять верх над вами, поэтому остерегайтесь делать то, о чем вы могли бы сожалеть. И откажитесь от чеснока на ланч, если вечером у вас романтические устремления.

*Китайцы* : невозмутимость имеет много преимуществ, но сегодня она может стать причиной вашего падения...

*Британцы* : ваша выдержка может благоприятствовать вам в деловых отношениях, но постарайтесь расслабиться и позвольте себе светские развлечения.

И так далее по 12 национальным стереотипам. Без сомнения, рубрики астрологии менее оскорбительны, но мы должны задать себе четкий вопрос, в чем разница. И те и другие виновны в поверхностной дискриминации, деля человечество на особые группы, не основываясь ни на каких данных. Даже если бы были данные о некоторых небольших статистических различиях, оба вида дискриминации поощряют предвзятый подход к людям как к типам, а не как к личностям. Вы даже можете увидеть рекламные объявления в рубриках знакомств, которые содержат фразы вроде: «Никаких Скорпионов» или «Тельцы могут не обращаться». Конечно, это не столь же плохо как позорные объявления «Черным воспрещено» или «Ирландцам воспрещено», потому что астрологическая предвзятость не придирается всякий раз к некоторым знакам зодиака больше, чем к другим, но принцип формирования дискриминационного стереотипа, в отличие от признания людей личностями, остается.

Могут быть даже печальные человеческие последствия. Основная суть размещения объявлений в рубрике знакомств – увеличить область встречи половых партнеров (и действительно, круг, охватывающий место работы и друзей друзей, зачастую ограничен и нуждается в расширении). Одиноким людей, жизнь которых могла бы измениться благодаря долгожданной совместимой дружбе, призывают отклонить без всякой причины и смысла до одиннадцати двенадцатых имеющихся жителей. Существует некоторое количество уязвимых людей, и их нужно пожалеть, а не преднамеренно обманывать.

Несколько лет назад якобы был случай, когда сотруднику газеты, вытащившему жребий делать неприятную работу, сказали составить астрологические рекомендации. Борясь со скукой, он написал под одним из знаков зодиака следующие зловещие строчки: «Все неприятности прошлого года – ничто по сравнению с тем, что случится с вами сегодня». Его уволили после того, как многоканальный телефон не умолкал от охваченных паникой читателей, патетическое доказательство, что простые, доверчивые люди могут верить в астрологию.

В дополнение к антидискриминационному законодательству, у нас есть законы, предназначенные, защищать нас от производителей, делающих ложные заявления о свойствах своих продуктов. Закон не применяется для защиты простой истины об этом мире. Если бы он применялся, то астрологам был бы обеспечен такой показательный процесс, какой только пожелаете. Они претендуют на то, чтобы предсказывать будущее и предугадывать личностные недостатки, и они берут за это плату, так же как за профессиональный совет людям при важных решениях. Изготовитель фармацевтических препаратов, который бы продавал противозачаточные таблетки, не оказывающие ни малейшего демонстрируемого влияния на репродуктивную функцию, преследовался бы согласно Закону об описании товаров, и ему был бы предъявлен иск покупателями, оказавшимися беременными. Опять же, это похоже на чрезмерную реакцию, но я не могу по сути понять, почему профессиональных астрологов не арестовывают за мошенничество, как и за подстрекательство к дискриминации.

Лондонский «Дэйли Телеграф» от 18 ноября 1997 года сообщал, что самозванный экзорцист, убедивший легковерную девочку-подростка заняться с ним сексом под предлогом изгнания злого духа из ее тела, накануне был заключен в тюрьму на 18 месяцев. Этот мужчина показал девушке книги по хиромантии и магии, а затем сказал, что ее «сглазили: кто-то навел на нее порчу». Чтобы ее снять, объяснил он, ему нужно было помазать все ее тело специальным маслом. С этой целью она согласилась снять всю одежду. В результате

она сношалась с этим мужчиной, когда он сказал ей, что это было необходимо, чтобы «избавиться от духа». Мне кажется, что в настоящее время общество должно выбрать одно из двух. Если правильно было заключить этого мужчину в тюрьму за то, то он воспользовался доверчивостью девушки (она уже достигла возраста полового совершеннолетия), почему мы подобным образом не преследуем по суду астрологов, которые берут деньги от столь же доверчивых людей; или «экстрасенса-предсказателя», обманом заставившего нефтяные компании расстаться с деньгами акционеров за дорогую «консультацию» по вопросу где бурить? В свою очередь, если утверждать, что дураки должны иметь возможность, если желают, передать свои деньги шарлатанам, почему сексуальный «экзорцист» не должен требовать подобной защиты, заявляя о свободе девушки предоставить свое тело для ритуальной церемонии, в которую она в то время искренне верила?

Нет никакого известного физического механизма, в соответствии с которым расположение отдаленных небесных тел в момент вашего рождения могло оказать какое-либо причинное воздействие на ваш характер или вашу судьбу. Это не исключает возможность некоторого неизвестного физического воздействия. Но нам нужно утруждаться представлять себе такое физическое воздействие, только если кто-то сможет предоставить какое-либо доказательство, что движение планет на фоне созвездий на самом деле оказывает хоть малейшее влияние на человеческие дела. Ни одно такое доказательство до сих пор не выдержало надлежащего исследования. Подавляющее большинство научных исследований астрологии не привело вообще ни к каким положительным результатам. (Очень) немногие исследования (слабо) предполагали статистическую корреляцию между знаком зодиака и характером. Эти немногие положительные результаты, оказалось, имели интересное объяснение. Многие люди настолько сведущи в знаках зодиака, что знают, каких характеров от них ожидают. И тогда они проявляют некоторую тенденцию соответствовать этим ожиданиям – не сильную, но достаточную, чтобы создавать весьма небольшие статистические наблюдаемые эффекты.

Минимальная проверка, которую должен пройти любой заслуживающий уважения метод диагностики или предсказания – это проверка на надежность.

Это не проверка, работает ли он на самом деле, а просто тест на то, согласуются ли различные специалисты, столкнувшиеся с одними и теми же данными (или один и тот же специалист, который сталкивается с одними и теми же данными дважды).

Хотя я не думаю, что астрология работает, я действительно ожидал бы высокую надежность показаний в этом смысле самосогласованности. Различные астрологи, в конце концов, по-видимому имеют доступ к одним и тем же книгам. Даже если их суждения ошибочны, можно было подумать, что их методы по крайней мере достаточно систематичны, чтобы сойтись в представлении одних и тех же неправильных суждений! Увы, как показали исследования Г. Дина с коллегами, они даже не удовлетворяют даже этим минимальным и простым критериям. Для сравнения, когда различные эксперты судили о людях по их поведению на структурированных беседах, коэффициент корреляции был больше чем 0.8 (коэффициент корреляции 1.0 означает полное согласование, -1.0 означает полное расхождение во мнениях, 0.8 – довольно неплохо). На фоне этого, в том же самом исследовании, коэффициент надежности для астрологии был жалким 0.1, сопоставимым с цифрой для хиромантии (0.11), указывая на почти полную случайность. Насколько бы не ошибались астрологи, можно было бы подумать, что они сосредоточат свои усилия на том, чтобы по крайней мере быть согласованными. Очевидно нет. Графология (анализ почерка) и тест Роршаха (с чернильными пятнами) не намного лучше.

Работа астролога требует такой небольшой подготовки или навыков, что это часто поручается какому-нибудь младшему репортеру, которому нечем заняться. Журналист Жан Муар рассказывал в «Гардиан» 6 октября 1994 года: «Моей самой первой работой в журналистике было написание гороскопов для постоянных авторов женских журналов. Это было офисным заданием, всегда поручаемым самому неопытному новичку, потому что это

было настолько глупо и настолько легко, что даже такой сопляк как я мог это сделать.» Точно так же, будучи молодым человеком, фокусник и рационалист Джеймс Рэнди под псевдонимом Zo-ran выполнял работу астролога в монреальской газете. Методом работы Рэнди было взять старые астрологические журналы, вырезать ножницами прогнозы, перемешать их в шляпе, наклеить их наугад под 12 «знаками», а затем опубликовать как свои собственные «прогнозы». Он описывает, как нечаянно услышал разговор двух конторских служащих в кафе во время обеденного перерыва, нетерпеливо просматривавших рубрику «Zo-ran»-а в газете.

Они визжали с восхищением, просматривая свое будущее, столь хорошо изложенное, и в ответ на мой вопрос сказали, что Zo-ran «попал в самую точку» на прошлой неделе. Я не признался, что я Zo-ran... В корреспонденции реакция на рубрику была также весьма интересной и достаточной для меня, чтобы решить, что многие люди примут и рационализируют почти любое высказывание, сделанное кем-то, кто, как они верят, был крупным специалистом с мистической силой. Тогда, Zo-ran отложил свои ножницы, убрал мешок с наклейками и свернул бизнес.

### **«Flim-Flam» (1992).**

Есть данные анкетного опроса, что многие люди, которые читают ежедневные гороскопы, на самом деле им не верят. Они заявляют, что читают их только в качестве «развлечения» (их представление о том, что собой представляет интересное чтение, очевидно, отличается от моего). Но значительное число людей действительно верят в них и поступают в соответствии с ними, включая, согласно тревожному и, очевидно, подлинному сообщению, Рональда Рейгана во время его пребывания на посту президента. Почему гороскопы производят впечатление?

Во-первых, прогнозы, или описания характера, являются настолько льстивыми, неопределенными и расплывчатыми, что подходят почти кому угодно и в любых случаях. Люди обычно читают в газете только свой собственный гороскоп. Если бы они заставили себя читать другие 11, то точность собственного гороскопа произвела бы на них гораздо меньшее впечатление. Во вторых, люди помнят попадания и не замечают промахов. Если есть одно предложение в гороскопе, длиной с абзац, которое, кажется, попадает в точку, вы отмечаете это конкретное предложение, в то время как все другие предложения бегло окидываете взглядом. Даже если люди заметят поразительно неверный прогноз, то он, весьма вероятно, будет отнесен ими к интересным исключениям или аномалиям, а не сочтен признаком того, что все это может быть чепухой. Так Дэвид Беллэми, популярный телевизионный ученый (и настоящий герой борьбы за охрану природы) признался «Радио Таймс» (этому некогда уважаемому органу Би-Би-Си), что у него есть «осторожность Козерога» в отношении определенных вещей, но чаще всего он опускает голову и бросается в атаку как настоящий козел. Разве не интересно? Что ж, я действительно заявляю, это только подтверждает то, что я всегда говорю: это — исключение, которое доказывает правило! Сам Беллэми, по-видимому, был осторожен и просто соглашался с общей тенденцией среди образованных людей потворствовать астрологии как небольшому безобидному развлечению. Я сомневаюсь, безобидна ли она, и интересно, действительно ли она когда-либо развлекала людей, которые характеризуют ее как развлекательную.

«Мать родила 8-фунтового котенка» — это типичный заголовок в газете под названием «Sunday Sport», которая, как и ее американские аналоги типа «National Enquirer» (с тиражом 4 миллиона), полностью посвящена публикации откровенно нелепых небылиц под видом фактов. Я когда-то встретил женщину, которая занималась сочинением этих историй для американских изданий подобного рода, и она сказала мне, что она и ее коллеги соревновались друг с другом, чтобы выяснить, кому сойдет с рук наиболее скандально нелепая статья. Оказалось, они соревновались впустую, потому что, кажется, не было предела тому, чему поверят люди, если увидят это в печати. На следующей странице после

истории о восьмифунтовом котенке в «Sunday Sport» содержалась статья о фокуснике, который не мог выносить придирки своей жены и поэтому превратил ее в кролика. В дополнение к этому потворствованию предвзятому клише ворчащей жены, в том же номере газета добавила своим фантазиям ксенофобский оттенок. «Сумасшедший грек делает из мальчика жаркое». Среди других любимых историй из этих газет «Мэрилин Монро возвращается в виде салата-латука» (с фотографией в зеленых тонах лица покойной богини экрана в центре свежего молодого овоща) и «Статуя Элвиса, найденная на Марсе».

Многочислены случаи наблюдения воскресшего Элвиса Пресли. Культ Элвиса, с его бесценными ногтями и другими реликвиями, его изображениями и паломничествами, уверенно движется по пути к становлению совершенно полноценной новой религией, но он должен будет рассчитывать на его лавры, если не будет превзойден новым культом принцессы Дианы. Толпы, стоящие в очереди, чтобы подписать книгу соболезнований после ее смерти в 1997 году, рассказывали журналистам, что ее лицо было ясно видно в окне, глядящее со старого портрета на стене. Как и в случае Ангелов Монса<sup>9</sup>, которые предстали перед солдатами во время самых мрачных дней Первой Мировой войны, многочисленные свидетели «видели» призрак Дианы, и эта история распространилась как лесной пожар среди оплакивающей толпы, раздуваемый бульварными газетами.

Телевидение – еще более мощное средство передачи информации, чем газеты, и мы находимся во власти чуть ли не эпидемии пропаганды паранормального по телевидению. В одном из более скандальных примеров последних лет в Великобритании знахарь утверждал, что был вместилищем души 2 000-летнего мертвого врача по имени Пол из Иудеи. Не проявив ни малейшей критичности в изучении вопроса, Би-Би-Си посвятила всю получасовую программу распространению его фантазии как факта. Впоследствии я столкнулся с выпускающим редактором этой программы в общественных дебатах «Продавая Сверхъестественное» на Эдинбургском телевизионном фестивале 1996 года. Главным оправдание редактора было то, что этот человек хорошо лечил своих пациентов. Он, казалось, искренне считал, что это было единственным, что имело значение. Кого волнует, была ли реинкарнация на самом деле, если только целитель может принести некоторое успокоение своим пациентам? По мне, реально ошеломляющее сообщение вошло в рекламную брошюрку, выпущенную Би-Би-Си, чтобы сопровождать это шоу. Среди тех, кто подтвердил достоверность информации и был перечислен среди обеспечивающих контроль за содержанием, был никто иной как... Пол из Иудеи. Одно дело – показать людям на экранах эксцентричные верования психически больного человека или обманщика. Возможно это – развлечение, даже комедия, хотя я нахожу это столь же предосудительным, как смех над ярмарочным уродом, или нынешнюю моду в Америке устраивать яростные брачные споры по телевидению. Но совсем другое дело – для Би-Би-Си ссуживать вес своей многолетней репутации, изображая *принятие* этих фантазий за истину.

Дешевая, но эффективная схема для паранормального телевидения – это нанять обычных фокусников, но систематически говорить аудитории, что они не фокусники, а на самом деле обладают сверхъестественными свойствами. В добавок к проявлению циничного презрения к интеллекту телезрителя, эти действия подвергаются меньшему контролю и предосторожности, чем это обычно бывает при исполнении фокусов. *Честные* фокусники, по крайней мере, соблюдают формальность, демонстрируя, что у них нет ничего в рукавах и

---

<sup>9</sup> (<http://www.aib.ru/~loki/hronik/terra/t105.htm>) «Через месяц после жестокой битвы при Монсе (Бельгия) во время первой мировой войны в лондонской „Ивнинг ньюс“ появилась статья, ставшая главной сенсацией того времени и до сих пор вызывающая споры. В этой статье, опубликованной журналистом Артуром Мэченом, шла речь о том, что крошечное подразделение британских экспедиционных сил, которых враг превосходил по численности в три раза, было спасено, по-видимому, благодаря вмешательству небесных сил. Между ними и немцами внезапно встали Ангелы, или Ангелы Монса, численность которых в разных источниках варьируется от одного до взвода. Естественно, враг был повержен и рассеян. Битва произошла 26 августа 1914 года...»(прим. верст.)

никаких проводов под столом. Когда артиста объявляют как «паранормального», он освобождается даже от этой формальной препоны.

Позвольте мне описать предмет нынешнего обсуждения, акт телепатии из недавних выпусков Carlton television «За пределами веры», созданных и представленных Дэвидом Фростом, маститым британским телевизионным деятелем, которого некое правительство посчитало целесообразным посвятить в рыцари, и чье одобрение, поэтому, имеет вес для зрителей. Исполнителями были отец и сын из Израиля, команда, в которой сын с завязанными глазами будет видеть «через глаза своего отца». Запустили рандомизирующее устройство, и оно выдало число. Отец пристально вглядывался в него, напряженно сжимая и разжимая кулаки, и спросил сына сдавленным криком, мог ли тот сделать это. «Да, я думаю, могу», – прохрипел сын. И, конечно, он узнал число правильно. Бурные аплодисменты. Как поразительно! И не забывайте, телезрители, это все прямой эфир, и это *реальная программа*, а не художественный вымысел, как «Секретные материалы».

То, что мы увидели – не что иное как известный, довольно заурядный фокус, любимый в мюзик-холлах, восходящий по крайней мере к синьору Пинетти в 1784 году. Есть много простых кодов, с помощью которых отец мог бы передать число своему хорошо натасканному сыну. Один из вариантов – количество слов в его вроде бы невинном возгласе: «Можешь ли ты сделать это, сын?» Вместо того, чтобы с изумлением таращиться, Дэвид Фрост должен был попробовать поставить простой эксперимент, завязав отцу рот, так же как сыну глаза. Единственное отличие от обычной демонстрации фокусов в том, что уважаемая телевизионная компания объявила это как «паранормальное».

Большинство из нас не знает, как фокусники выполняют свои трюки. Меня они часто ошарашивают. Я не понимаю, как они вытаскивают кроликов из шляп или распиливают ящик, не повредив леди внутри. Но все мы знаем, что есть вполне хорошее объяснение, которое фокусник мог бы нам сообщить, если бы хотел, но, понятное дело, не сообщает. Итак, почему мы должны думать, что это подлинное чудо, когда точно такой же трюк содержит ярлык «паранормальное», навешенный на него телевизионной компанией? Еще есть такие исполнители, которые, создают видимость, что «чувствуют», что у кого-то в аудитории был близкий человек, чье имя началось с М, имевший пекинеса и умерший от чего-то, связанного с грудью: «ясновидцы» и «медиумы» с мнимыми знаниями, которые они «не могли бы получить никаким нормальным способом». Здесь не место вдаваться в подробности, но этот трюк известен фокусникам под названием «холодное чтение». Это тонкая комбинация знаний всеобщего (многие люди умирают от остановки сердца или рака легкого) и выуживания подсказок (люди непреднамеренно выдают секреты, когда вы нападаете на след), которому еще помогает готовность аудитории, помнить попадания и не замечать промахи. «Холодные читатели» также часто используют информаторов, которые подслушивают беседы, когда публика заходит в театр, или даже расспрашивают людей, а затем сообщают исполнителю в его гримерке перед представлением.

Если бы экстрасенс действительно продемонстрировал в должном образом поставленном опыте телепатию (предвидение, психокинез, реинкарнацию, вечный двигатель, что бы то ни было), он был бы первооткрывателем совершенно нового принципа, неизвестного физике. Первооткрыватель нового энергетического поля, которое связывает между собой сознания в телепатии, или новой фундаментальной силы, которая без обмана перемещает объекты над столом, заслуживает Нобелевской премии, и, вероятно, получил бы ее. Если вы обладаете этим революционным научным секретом, зачем тратить его на бесполезные телевизионные представления? Почему бы не удостоверить его должным образом и быть провозглашенным новым Ньютоном? Конечно, мы знаем настоящий ответ. Вы не можете сделать этого. Вы фальшивка. Но, благодаря легковверным или циничным телевизионным продюсерам, превозносимая фальшивка.

С другой стороны, некоторые «экстрасенсы» достаточно умелы, чтобы одурачить большинство ученых, и люди, наиболее квалифицированные, чтобы их распознать – это не ученые, а другие фокусники. Вот почему самые известные экстрасенсы и медиумы

регулярно находят отговорки и отказываются выходить на сцену, если слышат, что первый ряд аудитории занят профессиональными фокусниками. Различные хорошие фокусники, включая Джеймса Рэнди в Америке и Йена Роулэнда в Великобритании, ставят представления, в которых публично воспроизводят «чудеса» известных экстрасенсов, а затем объясняют публике, что это всего лишь фокусы. Рационалисты Индии – это целеустремленные молодые фокусники, которые путешествуют по деревням, разоблачая так называемых «святых», воспроизводя их «чудеса». К сожалению, некоторые *все еще* верят в чудеса, даже после того, как обман раскрыт. Другие впадают в отчаяние: «Хорошо, возможно Рэнди делает это с помощью фокусов», – говорят они, – «но это не означает, что другие не делают настоящих чудес». На это незабываемо возразил Йен Роулэнд: «Что ж, если они делают чудеса, они делают их излишне сложным способом!»

На обмане легковых можно сделать огромные суммы денег. Обычный, заурядный фокусник обычно не надеется вырваться из сферы детских праздников и поразить общенациональное телевидение. Но если он выдает свои фокусы за подлинно сверхъестественное, это – другое дело. Телевизионные компании – усердные соучастники обмана. Это хорошо для рейтингов. Вместо того, чтобы вежливо аплодировать после умело выполненного фокуса, ведущие наигранно ахают и склоняют зрителей верить, что они стали свидетелями чего-то, что бросает вызов законам физики. Психически больные люди рассказывают свои бредни о призраках и полтергейсте. Но вместо того, чтобы отсылать их хорошему психиатру, телевизионные продюсеры охотно подписывают с ними контракт, а затем нанимают актеров, для драматичных реконструкций их иллюзии, с предсказуемой реакцией от доверчивости большой телеаудитории.

Я рискую быть неправильно понятым, и мне важно отвести эту опасность. Было бы слишком просто самодовольно утверждать, что наши нынешние научные знания – это все, что можно знать, что мы можем быть уверены в том, что астрология и призраки – чепуха, без дополнительных обсуждений, просто потому, что нынешняя наука не может их объяснить. В конце концов, насколько ли очевидно, что астрология – это полный вздор? Откуда я знаю, что человеческая мать не рожала восьмифунтового котенка? Как я могу быть уверен, что Элвис Пресли не восстал чудесным образом из мертвых, покинув пустую могилу? Необычные вещи случались. Или, чтобы быть более точным, вещи, которые мы принимаем как обычные, вроде радио, казались бы нашим предкам абсолютно настолько же неправдоподобными, как посещение призрака. Для нас мобильный телефон может быть не больше, чем антиобщественным, досаждающим предметом в поездах. Но для наших предков из девятнадцатого века, когда поездка были новинкой, мобильный телефон казался бы настоящим волшебством. Как сказал Артур Ч. Кларк, выдающийся автор научной фантастики и проповедник безграничной силы науки и техники: «Любая достаточно развитая технология неотличима от волшебства». Это назвали Третьим Законом Кларка, и я возвращусь к этому.

Уильям Томсон (лорд Кельвин) был одним из самых выдающихся и влиятельных британских физиков девятнадцатого столетия. Он был занозой у сторонников Дарвина, потому что «доказал», с огромной авторитетностью, но, как мы теперь знаем, по еще более огромной ошибке, что Земля слишком молода, чтобы произошла эволюция. Также ему приписывают следующие три смелых предсказания: «радио не имеет будущего»; «летательные аппараты тяжелее воздуха невозможны»; «рентгеновские лучи окажутся обманом». Это был человек, который возвел скептицизм к вершине, где он искал расположения, но заработал насмешки будущих поколений. Сам Артур Ч. Кларк в своей фантастической книге «Профили будущего» (1982) рассказывает подобные назидательные истории и предупреждает о страшной опасности догматического скептицизма. Когда Эдисон в 1878 году объявил, что работает над электрическим светом, была создана британская парламентская комиссия для рассмотрения, было ли в этом что-нибудь. Экспертная комиссия сообщила, что его фантастическая идея (которая нам теперь известна как лампочка) была «достаточно хороша для наших трансатлантических друзей..., но не

достойна внимания практиков или людей науки».

Чтобы это не было похоже на серию антибританских историй, Кларк также цитирует двух выдающихся американских ученых по поводу самолетов. Астроном Саймон Ньюкомб был достаточно незадачлив, чтобы сделать следующее замечание как раз перед известным подвигом братьев Райт в 1903 году:

Доказательство, что никакая возможная комбинация известных веществ, известные формы машин и известные формы сил не могут быть объединены в реальной машине, благодаря которой человек может пролетать по воздуху длинные расстояния, кажется автору столь же полным, насколько это возможно для доказательства существования любого физического факта.

Другой известный американский астроном, Уильям Генри Пикеринг, категорически заявил, что, хотя летательные аппараты тяжелее воздуха возможны (он вынужден был это сказать, потому что братья Райт к тому времени уже летали), они никогда не будут серьезным практическим проектом:

Популярное мнение часто рисует летательные аппараты, проносящиеся через Атлантику и несущие бесчисленных пассажиров, таким же образом, как наши современные пароходы... Кажется, можно с уверенностью сказать, что такие идеи должны быть совершенно фантастическими, и даже если бы аппарат мог бы перенести одного или двух пассажиров, затраты были бы чрезмерно высокими... Другое распространенное заблуждение – ожидать, что будет получена огромная скорость.

Пикеринг продолжает «доказывать» посредством надежных вычислений эффекта сопротивления воздуха, что самолет никогда не смог бы перемещаться быстрее, чем курьерские поезда его времени. На первый взгляд, замечание Томаса Дж. Уотсона, директора IBM, сделанное в 1945 г. «я думаю, в мире есть спрос, возможно, на пять компьютеров», звучит аналогично. Но это не так. Уотсон конечно предсказывал, что компьютеры будут становиться все больше, и в этом он был неправ; однако он не принижал важность компьютера в будущем, как Кельвин и другие принижали значение путешествия самолётом.

Эти истории о совершенных промахах действительно являются грозным предупреждением об опасности чрезмерно рьяного скептицизма. Догматическое неверие во что-то, что кажется странным или необъясненным, не является добродетелью. Чем тогда это отличается от моего явного скептицизма в отношении астрологии, реинкарнации и воскрешения Элвиса Пресли? Откуда мы должны знать, когда скептицизм оправдан, а когда он представляет собой догматическую, нетерпимую близорукость?

Давайте подумаем о спектре историй, которые люди могли бы нам рассказать, и поразмышляем о том, насколько скептическими нам следует быть по отношению к ним. На самом нижнем уровне – истории, которые могли бы быть правдой, а могли бы и не быть, но у нас нет никакой особой причины для сомнений. В «Людях при оружии» (1952) Ивлина Во комический персонаж Эпторп часто говорит рассказчику, Гаю Краучбеку, о своих двух тетях, той, что живет в Питерборо, и другой, в Танбридж Уэллсе. На своем смертном одре Эпторп, наконец, признает, что на само деле у него только одна тетя. Какую из них вы выдумали, спрашивает Гай Краучбек. «Ту, что в Питерборо, конечно.» «Вы, конечно, совершенно меня обманули.» «Да, это была хорошая шутка, не так ли?»

Нет, шутка Эпторпа не была хорошей, и именно это делает шутку Ивлина Во над Эпторпом смешной. Без сомнения, многие пожилые леди проживают в Питерборо, и если человек говорит вам, что у него там тетя, у вас нет никакой особой причины ему не верить. Если у него нет какого-то определенного мотива вам лгать, вы вполне могли бы ему верить, хотя, если бы от этого многое зависело, было бы разумно проверить факты. Но теперь представьте, что кто-то говорит вам, что его тетя может левитировать благодаря медитации и

силе мысли. Она сидит, поджав ноги, говорят вам, и с помощью прекрасных мыслей и распевания мантр она поднимается над землей и остается парить. Почему надо быть более скептическим, чем когда человек просто говорит, что его тетя живет в Питерборо, ведь в обоих случаях у вас есть слово заявляющего себя свидетелем?

Очевидный ответ в том, что левитация силой мысли необъяснима наукой. Но это только говорит про современную науку. Это приводит нас назад к Третьему Закону Кларка, и важному моменту, что наука любой эпохи не имеет всех ответов и будет превзойдена. Возможно, когда-нибудь в будущем, физики полностью постигнут силу тяготения и построят антигравитационную машину. Можно представить, что левитация тётъ станет столь же обычной для наших потомков, как реактивные самолеты для нас. В таком случае, дает ли Третий Закон Кларка нам право верить любой и каждой небылице о мнимых чудесах, которую может сплести народ? Если человек утверждает, что видел свою тетю, левитирующую, поджавши ноги, или турка, взлетающего над минаретом на ковре-самолете, мы должны проглотить его историю на том основании, что те из наших предков, кто сомневался относительно возможности радио, как оказалось, были неправы? Нет, *конечно* это не достаточное основание, чтобы верить в левитацию или ковры-самолеты. Но почему нет?

Третий Закон Кларка не работает в обратную сторону. Из того, что «любая достаточно продвинутая технология неотличима от волшебства», не следует, что любая претензия на волшебство, которую любой может заявить в любое время, неотличима от технологического прогресса, который наступит в будущем. Да, были случаи, когда авторитетные скептики оказывались в дурацком положении. Но было сделано намного больше заявок на волшебство, которые не оправдались. Некоторые вещи, которые удивили бы нас сегодня, осуществляются в будущем. Но гораздо больше вещей, которые удивили бы нас сегодня, и в будущем не осуществляются. Фокус в том, чтобы отсеять это меньшинство от мусора – из заявок, которые навсегда останутся в царстве фантастики и магии.

Сталкиваясь с удивительной или сверхъестественной историей, мы можем сначала задаться вопросом, есть ли у нашего источника мотивы лгать. Или мы можем определить степень доверия, которую он заслуживает другими способами. Я вспоминаю интересный обед с философом, который рассказал мне следующую историю: однажды в церкви он заметил, что священник, стоя на коленях, парил в девяти дюймах над церковным полом. Мой естественный скептицизм по отношению к моему застольному собеседнику возрос, когда он продолжил рассказ еще двумя свидетельскими впечатлениями. Он сказал, что, среди многих его занятий когда-то была работа смотрителем дома для малолетних правонарушителей, и он обнаружил, что у всех мальчиков на членах была татуировка «я люблю свою мамулю». История сама по себе маловероятная, но не невозможная. В отличие от случая с левитирующим священником, никакие глубокие научные принципы не оказались бы вопросом, будь это правдой. Тем не менее, это, кажется, проливает свет на уровень доверия, заслуживаемый моим соседом. В другом случае, сказал этот плодовитый рассказчик, он заметил, что ворона чиркает спичкой, поднимая одно крыло, чтобы заслонить ее от ветра. Я не помню, прикурила ли все-таки ворона сигарету, но в любом случае, эти три истории, взятые вместе, думается, утвердили моего собеседника как ненадежного, хотя и забавного, свидетеля. Мягко говоря, гипотеза, что он был лгуном (или сумасшедшим, или страдающим галлюцинациями фантастом, или что он изучал доверчивость преподавателей Оксфорда) казалась более вероятной, чем альтернативная гипотеза, что все три его неправдоподобные истории были правдой.

Как философ он наверняка знал логический принцип проверки установленный великим шотландским философом восемнадцатого столетия Дэвидом Юмом, который мне кажется неопровержимым:

...никакое утверждение не достаточно для доказательства чуда, кроме такого утверждения, ложность которого была бы более невероятна, чем факт, который оно пытается утвердить.



### **«О чудесах» (1748)**

Я разберу в Юмовском понимании одно из наиболее широко засвидетельствованных чудес всех времён, которое как утверждается, наблюдалось 70 000 людей на памяти ныне живущих. Это откровение Божьей Матери Фатимской. Я цитирую из отчёта с римского-католического вебсайта, который отмечает, что среди многих заявленных видений Девы Марии, это видение необычно тем, что официально признано Ватиканом.

13 октября 1917 года более 70 000 человек собралось в Кова-да-Ирия, Фатима, Португалии. Они пришли, чтобы увидеть чудо, которое было предсказано Пресвятой Девой трем юным провидцам: Лусии дос Сантос и ее двум кузенам, Хасинте и Франсиско Марто... Вскоре после полудня Дева Мария явилась этим трем провидцам. Когда Дева Мария собралась уходить, она указала на солнце. Лусия взволнованно повторила жест, и люди посмотрели на небо... Тогда ужас пронесся по толпе, поскольку солнце, казалось, сорвалось с небесвода и обрушилось на испуганных людей... Как раз тогда, когда казалось, что огненный шар упадет на них и уничтожит, чудо прекратилось, и солнце вернулось на свое нормальное место на небе, и дальше сияя так же мирно как всегда.

Если бы чудо перемещения солнца наблюдала только Лусия, молодая женщина, в первую ответственную очередь за культ Фатимы, не многие отнеслись бы к этому серьезно.

Это легко могла быть ее личная галлюцинация или явно мотивированная ложь. Поражают 70 000 свидетелей. Могли ли 70 000 человек одновременно быть жертвами одной и той же галлюцинации? Могли ли 70 000 человек тайно сговориться рассказывать одну и ту же ложь? Или если не было никаких 70 000 свидетелей, мог бы рассказчик этого случая безнаказанно выдумать такое количество?

Давайте применим критерий Юма. С одной стороны, нас просят поверить в массовую галлюцинацию, игру света или массовую ложь, в которой участвовали 70 000 человек. Это определенно невероятно. Но это менее невероятно, чем альтернатива: то, что солнце действительно перемещалось. Солнце, висящее над Фатимой, не было, в конце концов, частным солнцем; это было то же самое солнце, которое согревало миллионы других людей на дневной стороне планеты. Если солнце и вправду переместилось, но этот случай был замечен только жителями Фатимы, должно было быть сотворено еще большее чудо: иллюзия поразительного отсутствия движения должна была быть организована для всех миллионов свидетелей за пределами Фатимы. И это не учитывая факт, что если бы солнце действительно перемещалось с такой скоростью, как сообщалось, солнечная система бы распалась. У нас нет другого выбора, кроме как, следуя Юму, выбирать менее удивительные из доступных альтернатив, и сделать вывод, вопреки официальной доктрине Ватикана, что чудо Фатимы никогда не случилось. Кроме того, не столь очевидно, что бремя доказательства объяснить, каким образом те 70 000 свидетелей были введены в заблуждение лежит на нас.

Аргумент Юма все так же применим к соотношению вероятностей. Перемещаясь в дальний конец нашего спектра предполагаемых чудес, существуют ли какие-нибудь предположения или утверждения, которые мы можем исключить полностью и навсегда? Физики сходятся во мнении, что если изобретатель просит патент на вечный двигатель, вы можете смело отказать ему, даже не глядя на его проект. Ведь любой вечный двигатель нарушал бы законы термодинамики. Сэр Артур Эддингтон писал:

Если кто-то указывает вам, что ваша любимая теория вселенной противоречит уравнениям Максвелла – тем хуже для уравнений Максвелла. Если окажется, что она противоречит наблюдениям – что ж, эти экспериментаторы действительно могут иногда напортачить. Но если окажется, что ваша теория выступает против второго закона термодинамики, у нее нет никакой надежды; она обречена на одно только глубочайшее унижение.

### «Природа физического мира» (1928)

Эддингтон разумно лезет из кожи вон, чтобы пойти на огромные уступки в первой части высказывания, так, чтобы его уверенность во второй части произвела большее впечатление. Но если вы все еще считаете это утверждение слишком самоуверенным; если вы думаете, что оно напрашивается на неприятности от рук какой-то пока еще невообразимой будущей технологии, так тому и быть. Я не буду настаивать, но буду опираться на мою с Юмом более мягкую установку, на относительные вероятности. Мошенничество, иллюзия, обман, галлюцинация, добросовестное заблуждение или явная ложь – это сочетание дает вкуче такие возможные альтернативы, что я всегда буду подвергать сомнению случайные наблюдения или истории из третьих уст, которые, кажутся, предполагающими катастрофическое ниспровержение существующей науки. Нынешняя наука будет несомненно превзойдена; однако не легкомысленными рассказами или представлениями по телевидению, а строгими исследованиями, повторенными, проанализированными и повторенными снова.

Возвращаясь к нашему спектру невероятностей, феи оказались бы где-нибудь между тетей Эпторпа и вечным двигателем. Если крошечные люди размером с бабочку, но миниатюрную одежду, будут достоверно обнаружены завтра, никакие важные принципы физики не будут нарушены. Они и близко не были бы к той революционности, что вечный двигатель. С другой стороны, биологам было бы трудно вписать фей в их существующую классификационную схему. Откуда ведет начало их эволюция? Ни ископаемая летопись, ни существующая зоология не предоставляют нам никаких свидетельств о приматах, снабженных трепещущими крыльями, и было бы действительно удивительно, если бы внезапно и однозначно обнаружилось, что они эволюционировали в вид, достаточно близкий к нашему собственному, чтобы носить – как ясно показывают некоторые известные поддельные фотографии, взволновавшие известного своею легковерностью сэра Артура Конан Дойла – одежду в модном стиле 1920-ых годов.

Предполагаемые существа, типа лох-несского чудовища, йети или гималайского «снежного человека» и динозавра Конго, лежат в спектре где-то по более вероятную сторону от фей Конан Дойла. Действительно, нет никакой особой причины, почему реликтовая популяция плезиозавров не могла бы выжить в Лох-Нессе. Я не могу вам передать, как восхищался бы я и все зоологи, если бы это было так; или если бы в Конго был найден настоящий динозавр. Никакие биологические и, конечно, никакие физические принципы не были бы нарушены таким открытием. Единственная причина, по которой это кажется маловероятным, – что последний известный динозавр жил 65 миллионов лет назад, а 65 миллионов лет – долгое время для размножающейся популяции, чтобы оставаться скрытой и нефоссилизированной. Что касается йети, перспектива выживания популяции *Homo erectus* или *Gigantopithecus* наполнила бы меня восторгом, если бы только я мог этому поверить. Мне искренне хотелось бы считать эту идею более вероятной, чем альтернативные варианты Юма – галлюцинации, лживые дорожные рассказы или добросовестная ошибка в истолковании увеличенных солнцем следов животных.

30 августа 1938 года по-прежнему знаменитая радио-инсценировка Орсона Уэллса «Войны миров» Г.Дж. Уэллса вызвала широкомасштабную панику и, по слухам, даже несколько самоубийств среди слушателей, которые подумали, что ее вступительная сцена была – на что они и старалась быть похожей – подлинной сводкой новостей, объявляющей о вторжении марсиан. Эта история часто выставляется как свидетельство забавного легковерия американской нации; довольно необоснованно, как я всегда думал, поскольку вторжение из космоса не невозможно и, случись такое, неожиданное экстренное сообщение по радио – это скорее всего именно то, как бы мы впервые об этом услышали.

Истории о летающих тарелках всегда популярны, но научное сообщество не склонно им верить. Почему? Не потому, что визиты из космоса невозможны или даже дико невероятны. А, снова же, потому, альтернативные объяснения мошенничества или

заблуждения более вероятны. На самом деле, многочисленные истории о летающих тарелках были кропотливо изучены, утомительно детально, командами добросовестных любителей и профессиональных ученых. Раз за разом истории распадались при изучении. Часто они оказывались прямой мистификацией (прибыльной для постановщиков, потому что издатели за такие истории платят хорошие деньги, насколько бы плохо они ни были подтверждены документами, а также может поддерживаться целая индустрия футболок и сувениров). Или «блюдца» оказывались самолетами, управляемыми аэростатами или воздушными шарами, наблюдаемыми, или освещенными, под необычным углом. Иногда это был мираж или другая игра света, иногда наблюдение секретного военного самолета.

Однажды, возможно, нас посетят внеземные космические корабли. Но вероятность, что какое-то отдельное сообщение о летающих тарелках является подлинным, низка по сравнению с вероятностью альтернативных вариантов Юма мошенничества или иллюзии. В частности то, что для меня лишает правдоподобия большинство историй о летающих тарелках – это почти комичное сходство описываемых инопланетян с обычными людьми, или с последними вымышленными существами, появившимися по телевидению. Многие из них столь близко напоминают человеческих мужчин, что хотят совокупляться с человеческими женщинами, и даже произвести плодовитое потомство. Как обращали внимание Карл Саган и другие, похищающие людей сумасшедшие гуманоидные инопланетяне, по-видимому, являются современными аналогами демонов и ведьм семнадцатого века.

Поддерживаемые репутацией телевидения и газет, астрология, паранормальные явления и визиты инопланетян оставили особый внутренний след в массовом сознании. Если я прав, что эта тенденция использует нашу естественную и похвальную потребность в чудесах, у нас здесь есть парадоксальное основание для надежды. Мы должны утешиться мыслью, что, поскольку потребность в чудесах подпитывается, а тем более удовлетворяется реальной наукой, борьба с суевериями должна быть простым вопросом образования. Но я подозреваю, что действует дополнительная сила, которая может сделать вопрос более трудным. Это весьма интересная отдельная психологическая сила, и моя цель в оставшейся части этой главы состоит в том, чтобы ее объяснить, потому что ее понимание может помочь нам ограничить вред, который она может причинить. Дополнительная сила, о которой я говорю – это нормальная и, со многих точек зрения, желательная доверчивость детей, которая, если мы не проявим заботу, может перетечь во взрослую жизнь, с плачевными результатами. Я начну с собственного забавного случая.

Однажды в День дурака, когда мы с сестрой были детьми, наши родители, дядя и тетя сыграли с нами простую шутку. Они объявили, что они вновь обнаружили на чердаке небольшой самолет, который принадлежал им, когда в молодости и они собирались взять нас прокатиться. Полеты тогда были менее обычным явлением, и мы были заинтригованы. Единственным условием было то, что нам должны были завязать глаза. Они повели нас за руку через лужайку, хихикавших и спотыкавшихся, и привязали ремнями к сидениям. Мы слышали шум запускаемого двигателя, был крен и подъем, и мы поехали на ухабистую, раскачивающуюся, шаткую прогулку. Время от времени мы явно пролетали над верхушками деревьев, поскольку чувствовали ветви, мягко касающиеся нас, и приятный, порывистый ветер на наших лицах. Наконец мы «приземлились», качающаяся поездка закончилась на твердой земле, и когда повязки были сняты, и среди смеха, все стало понятно. Не было никакого самолета. Мы не покидали района лужайки, откуда начинали. Мы просто сидели на садовой скамейке, которую наш отец и дядя поднимали, качали и крутили, изображая движение по воздуху. Не было мотора, только шумный пылесос и вентилятор дул в наши лица. Ими и ветвями дерева, задевающими нас, орудовали наша мать и тетя, стоявшие возле скамейки. Все это время продолжалась шутка.

Доверчивые, исполненные веры дети, мы с нетерпением ждали обещанного полета в течение многих дней прежде, чем это случилось. Нам никогда не приходило на ум задаться вопросом, зачем нам должны завязывать глаза. Не было бы естественно спросить, в чем был

смысл кататься с ветерком, если мы не могли ничего видеть? Но нет, наши родители просто сказали нам, что по некоторым неопределенным причинам было необходимо завязать нам глаза; и мы согласились с этим. Возможно, они воспользовались освященным временем способом «не испортить сюрприз». Мы никогда не задавались вопросом, почему бы старшие стали хранить от нас в тайне, что по крайней мере один из них был обученным пилотом – я даже не думаю, что мы спрашивали кто именно. У нас просто не было скептического склада ума. Мы не боялись аварии, такой была наша вера в родителей. И когда повязки были сняты и шутка раскрыта, мы все еще не прекращали верить в Санта-Клауса, зубную фею, ангелов, небеса, счастливую загробную жизнь и другие истории, которые рассказывали нам те же старшие. Кстати, моя мать совсем не помнит эту историю, но она действительно помнит случай в ее собственном детстве, когда ее отец сыграл аналогичную шутку с ней и ее маленькой сестрой. Его слова были еще более неправдоподобны, потому что его самолет «взлетел» в закрытом помещении, и детям сказали наклониться, когда они вылетали через окно. Она с сестрой все равно попались на это.

Дети по природе доверчивы. Конечно доверчивы, чего же еще ожидать? Они приходят в мир ничего не зная, окруженные взрослыми, которые знают, в сравнении с ними, все. Истинная правда, что огонь горит, что змеи кусают, что, если вы гуляете открытыми на полуденном солнце, вы сгорите до красноты, боли на коже и, как мы теперь знаем, до рака. Кроме того, другой и несомненно более научный способ получить полезные знания, учась методом проб и ошибок, часто является плохой идеей, потому что эти ошибки слишком дорого обходятся. Если ваша мать говорит вам никогда не плескаться в озере из-за крокодилов, не очень полезно подходить к этому скептически, по-научному и «по-взрослому», и сказать: «Спасибо, мама, но я предпочитаю провести экспериментальный тест.» Слишком часто такие эксперименты были бы последними. Легко понять, почему естественный отбор – выживание наиболее приспособленного – мог бы оштрафовать экспериментальный и скептический склад ума и благоприятствовать простой доверчивости у детей.

Но это имеет досадный побочный продукт, с которым ничего не поделаешь. Если ваши родители говорят вам что-то, что не верно, вам все таки придется поверить так же и этому. Как вы могли бы не верить? Дети не наделены способностью знать разницу между истинным предупреждением о подлинных опасностях и ложным предупреждением, скажем, о риске ослепнуть или о том, что вы попадете в ад, если «согрешите». Если бы они были наделены такой способностью, то не нуждались бы в предупреждениях вообще. Доверчивость, как устройство выживания, достается в едином пакете. Вы верите тому, что вам говорят, неправде вместе с правдой. Родители и старшие люди знают столько, что естественно предположить, что они знают все, и естественно им верить. Так, когда они говорят вам о том, что Санта Клаус спускается через дымоход, и о вере, «сворачивающей горы», вы, конечно, также этому верите.

Дети легковжны, потому что должны быть такими, чтобы соответствовать своей жизненной роли «гусеницы». У бабочек есть крылья, потому что их роль – найти местонахождение представителей противоположного пола и распространить свое потомство на новые пищевые растения. Они утоляют скромный аппетит редкими глотками нектара. Они едят мало белка в сравнении с гусеницами, которые представляют растущую стадию в истории жизни. Молодые животные вообще исполняют подготовительную роль, чтобы стать успешными репродуктивными взрослыми. Гусеницы должны питаться настолько быстро, насколько возможно, чтобы выйти из кокона летающим, репродуктивным, распространяющимся взрослым. Для этой задачи у них нет никаких крыльев, но вместо этого есть крепкие, жующие челюсти и жадный, непреклонный аппетит.

Человеческие дети должны быть доверчивыми по схожей причине. Они – информационные гусеницы. Они должны становиться репродуктивными взрослыми в сложном, основанном на знании обществе. И безусловно самый важный источник их информационной диеты – старшие, прежде всего их родители. По той же причине, по

которой у гусеницы есть кусающие, всепожирающие челюсти для того, чтобы сосать мякоть капусты, у человеческих детей есть широко открытые уши и глаза, и бездонный, доверчивый ум для того, чтобы всасывать язык и другие знания. Они – сосальщики знаний взрослых. Лавины данных, гигабайты мудрости, устремляющиеся через порталы младенческого черепа, и большая часть этого возникает в культуре, созданной родителями и поколениями предков. Важно, кстати, не зайти в аналогии с гусеницей слишком далеко. Дети меняются во взрослых постепенно, а не резко, как гусеницы трансформируются в бабочек.

Помню, однажды я попытался слегка развлечь шестилетнего ребенка в Новый год, подсчитывая с ней, сколько времени потребовалось бы Санта Клаусу, чтобы спуститься по всем дымоходам в мире. Если средний дымоход 20 футов длиной, и есть, скажем, 100 миллионов домов с детьми, как быстро, вслух задавался я вопросом, он должен будет со свистом пронестись вниз по каждому дымоходу, чтобы закончить работу к рассвету на Рождество? У него навряд ли было бы время бесшумно прокрадываться в спальню каждого ребенка, не правда ли, так как ему необходимо было бы преодолеть звуковой барьер? Она уловила суть и поняла, что были трудности, но это нисколько ее не волновало. Она оставила эту тему, не проявляя к ней интерес. Очевидный вариант, что ее родители сказали неправду, казалось, совсем не приходила ей на ум. Она не высказала этих слов, но смысл был в том, что если законы физики делали подвиг Санта Клауса невозможным, тем хуже для законов физики. Было достаточно того, что ее родители сказали ей, что он спускается по всем дымоходам в течение нескольких часов сочельника. Это должно быть так, потому что мамочка и папочка сказали, что так и есть.

Я придерживаюсь мнения, что наивная доверчивость может быть нормальной и полезной в ребенке, но может стать нездоровым и предосудительным轻信ием во взрослом. Взросление, в самом полном смысле слова, должно включать культивирование здорового скептицизма. Активную готовность быть обманутым можно назвать детской, потому что она обычна – и оправдана – среди детей. Я полагаю, что у взрослых она сохраняется из-за мечтаний, на самом деле из-за тоски, об утраченной безопасности и комфортности детства. Этот вопрос был хорошо представлен в 1986 году великим автором научно-популярной и научной фантастики Айзеком Азимовым: «Пристально изучите каждую часть псевдонауки, и вы найдете защитное покрывало, большой палец, чтобы его сосать, и юбку, чтобы держаться.» Детство для многих людей – это потерянная Аркадия, своего рода царство небесное, с его уверенностью и безопасностью, его фантазиями полета в страну, где сбываются мечты, его сказками на ночь, прежде чем погрузиться в царство сна в объятиях плюшевого мишки. Оглядываясь назад, годы Детской наивности может быть проходят слишком быстро. Я люблю своих родителей за то, что обманывали меня прогулкой, высоко как бумажный змей, над верхушками деревьев; и за то, что говорили мне о Зуброй Фее и Санта Клаусе, о Мерлине и его заклинаниях, о младенце Иисусе и волхвах. Все эти истории обогащают детство и, вместе с очень многими другими вещами, помогают сделать его, в памяти, временем волшебства.

Взрослый мир может казаться холодным и пустым местом, без фей и Санта Клауса, без страны кукол или Нарнии, без счастливого загробного мира, куда уходят оплаканные домашние животные, и без ангелов – хранителей или обычных. Но также без дьяволов, без адского огня, без злых ведьм, призраков, домов с привидениями, без одержимостью демонами, без чудовищ или людоедов. Да, Тэдди и Долли на самом деле оказались не живыми. Но есть теплые, живые, говорящие, думающие, взрослые партнеры, разделяющие постель, и многие из нас находят это более стоящим видом любви, чем ребяческая привязанность к мягким игрушкам, какими бы мягкими и приятными они ни были.

Не повзрослеть должным образом означает сохранять наши качества «гусеницы» из детства (где они являются достоинством) во взрослой жизни (где они становятся недостатком). В детстве наша доверчивость хорошо нам служит. Она помогает нам заполнить, необычайно быстро, наши черепа мудростью наших родителей и наших предков. Но если мы не вырастаем из нее к назначенному сроку, наша природа гусеницы делает нас

легкой мишенью для астрологов, медиумов, гуру, евангелистов и шарлатанов. Способности человеческого ребенка, замечательной интеллектуальной гусеницы, служат для того, чтобы впитывать информацию и идеи, а не для того, чтобы их критиковать. Если критическое мышление позже начинают расти, то это происходит вопреки, не в результате, детских склонностей. Мозг ребенка, подобно промокательной бумаге, представляет собой питательную почву, основу, на которой позже может вырасти скептическое отношение, как пробивается горчичное растение. Мы должны заменить автоматическую детскую доверчивость конструктивным скептицизмом взрослой науки.

Но я подозреваю существование дополнительной проблемы. Наша история о ребенке как информационной гусенице была слишком проста. В программе доверчивости ребенка есть поворот, который, пока мы его не поймем, является почти парадоксальными. Давайте вернемся к нашему образу ребенка, который должен впитывать информацию от предыдущего поколения настолько быстро, насколько это возможно. Что, если двое взрослых, скажем, ваша мать и ваш отец, дают вам противоречивые советы? Что, если мать говорит вам, что все змеи смертельны, и вы никогда не должны ходить около них, но на следующий день отец говорит вам, что все змеи смертельны, кроме зеленых, и вы можете держать зеленую змею в качестве домашнего животного? Оба совета могут быть хорошими. Более общий совет матери приведет к желаемому результату защитить вас от змей, даже притом, что он слишком широкий, когда дело касается зеленых змей. Более детальный совет отца имеет тот же защитный эффект, и в каком-то смысле лучше, но он может быть фатальным, если вы, не пересмотрев представления, оказались в далекой стране. В любом случае, для маленького ребенка противоречие между этими двумя советами могло бы быть опасно дезориентирующим. Родители часто предпринимают невероятные усилия, чтобы не противоречить друг другу, и они, вероятно, знают, что делают. Но естественный отбор при «разработке» доверчивости должен был бы установить способ справляться с противоречивыми советами. Возможно простое главенствующее правило, вроде «Верь в историю, услышанную первой, какой бы она ни была». Или «Верь матери больше, чем отцу, и отцу больше, чем другим взрослым в племени.»

Иногда совет родителей прямо нацелен против доверчивости к другим взрослым. Родители должны дать своим детям следующий совет: «Если взрослый просит, чтобы вы пошли с ним, и говорит, что он – друг ваших родителей, не верьте ему, каким бы хорошим он ни казался, и даже (или особенно) если он предлагает вам конфеты. Идите только со взрослым, которого вы и ваши родители уже знаете, или кто носит униформу полицейского.» (Очаровательная история недавно появилась в английских газетах, в которой королева-мать Елизавета, в возрасте 97 лет, сказала своему шоферу остановить автомобиль, когда заметила плачущего ребенка, который, очевидно, потерялся. Добрая старая леди вышла, чтобы успокоить маленькую девочку, и предложила отвести ее домой. «Я не могу», – завопил ребенок, – «мне не разрешают говорить с незнакомцами.») Ребенок вынужден проявлять полную противоположность доверчивости при некоторых обстоятельствах: устойчиво сохранял доверие к более раннему утверждению взрослого, пренебрегая тем, что может быть заманчивым и правдоподобным – но противоречащим – более поздним утверждением.

К тому же, сами по себе слова «легковерный» и «доверчивый» не совсем правильны в отношении детей. По-настоящему доверчивые люди верят тому, что им сказали последний раз, даже если это противоречит тому, что другие сказали им прежде. Детское качество которое я пытаюсь нащупать – это не подлинное легковерие, а сложная комбинация легковерия с его противоположностью – упрямым упорством в однажды приобретенной вере. Итак, полный рецепт – чрезвычайное раннее легковерие, сопровождаемое столь же упрямой последующей непоколебимостью. Вы можете видеть, каким это может быть разрушительным сочетанием. Те старые иезуиты знали, что говорили: «Дайте мне ребенка в первые семь лет жизни, и я сделаю из него человека.»

## 7. Расплетая необъяснимое

*...Пусть мне не сделать темный дух людей  
Открытее, прекрасней и светлей...*

**Джон Китс: «Сон и Поэзия» (1817).**

Выдающийся специалист по бесплодию Роберт Уинстон представляет следующую публикацию, помещенную в газете недобросовестным доктором-шарлатаном, нацеленную на людей, которые хотят, чтобы их следующий ребенок был, скажем, сыном (дискриминация по половому признаку, лежащая в основе этого допущения, не моя, его можно бесспорно обнаружить во всем древнем мире а во многих местах и до сих пор). Перешлите 500 £ за мой патентованный рецепт, чтобы сделать вашего ребенка мальчиком. Деньги будут возмещены полностью, если я потерплю неудачу. Гарантия возврата денег предназначена, чтобы метод завоевал доверие. Фактически, конечно, поскольку мальчики так или иначе рождаются приблизительно в 50 процентах случаев, схема была бы прибыльной. На самом деле, шарлатан мог бы даже благополучно предложить компенсацию, скажем, 250 £ за каждую рожденную девочку вдобавок к гарантированию возврата денег. Он, в конечном счете, все еще имел бы порядочную прибыль.

Я использовал подобный пример в одной из моих Королевских рождественских лекций в 1991 году. Я сказал, что я имею все основания считать, что среди моей аудитории есть экстрасенс, ясновидящий человек, способный влиять на события исключительно силой мысли. Я постарался бы выяснить, кто этот человек. «Давайте сначала установим», – сказал я, – «находится ли этот экстрасенс в левой или правой половине лекционного зала». Я предложил всем встать, когда мой помощник бросал монету. Всех в левой стороне зала я попросил «хотеть», чтобы монета выпала орлом. Справа все должны были хотеть, чтобы решкой. Очевидно, что одна сторона должна была проиграть, и их просили сесть. Тогда те, кто остался, были разделены пополам, половина «хотела» орлов, а другая половина решек. Проигравшие снова сели. И так далее, последовательно деля на двое, пока, разумеется, после семи или восьми бросков, не остался стоять один человек. «Бурный взрыв аплодисментов для нашего экстрасенса.» Он должен быть экстрасенсом, не так ли, потому что он успешно повлиял на монету восемь раз подряд?

Если бы лекции передавались по телевидению в прямом эфире, а не записывались и транслировались позже, то демонстрация была бы намного более внушительной. Я попросил бы каждого, кто их смотрел, чья фамилия начинается до J в алфавите, «хотеть», чтобы был орел, а остальных – решка. Какая бы половина не оказалась содержащей «экстрасенса», она снова будет разделена пополам, и так далее. Я попросил бы, чтобы каждый вел письменную запись очередности своих «желаний». Для двух миллионов зрителей потребовался бы приблизительно 21 шаг, чтобы сузить круг до одного человека. Чтобы перестраховаться, я бы остановился, немного не доходя до 21 шага. Скажем, на восемнадцатом шаге я попросил бы каждого, кто все еще был в игре, звонить в студию. Их было бы довольно много и, если повезет, один бы позвонил. Этого человека попросили бы тогда прочесть вслух свои записи: ОРРРООРООООРРРООРР, которые соответствовали бы официальной записи. Таким образом этому человеку удалось бы повлиять на 18 последовательных бросков монеты. Вздохи восхищения. Но восхищение чем? Лишь чистым везением. Я не знаю, был ли тот эксперимент проведен. Фактически хитрость здесь настолько очевидна, что она, вероятно, одурачит не многих людей. Но что вы подумаете о следующем?

Известный «экстрасенс» выступает на телевидении, выгодное занятие, о котором договаривается в течение обеда его рекламный агент. Уставясь с десяти миллионов экранов гипнотически горящими глазами (хорошая работа гримеров и осветителей), наш мнимый провидец провозглашает, что чувствует странную духовную связь, вибрирующий резонанс космической энергии, с определенными своими телезрителями. Что они смогут понять, с кем из них, потому что, как раз когда он будет произносить свое мистическое заклинание, их

часы остановятся. После лишь короткой паузы на его столе звонит телефон, и усиленный голос испуганным тоном сообщает, что часы его обладателя замерли через секунду после слов ясновидца. Звонящая добавляет, что у нее было предчувствие, что это случится, еще до того, как она опустила взгляд на свои часы, поскольку что-то в горящих глазах ее героя, казалось, говорило напрямую с ее душой. Она чувствовала «вибрацию энергии». Как раз во время ее слов второй телефон. Еще одни часы остановились.

Остановились часы третьего звонящего, старинные часы с маятником – конечно, более весомый подвиг, чем остановка маленьких часов, нежная пружина которых, разумеется, будет более восприимчива к психическим силам, чем массивный маятник! Часы еще одного телезрителя на самом деле остановились чуть *раньше*, чем знаменитый мистик сделал свое заявление – разве это не еще более внушительный подвиг психического управления? Еще одни часы были более нетерпеливыми в отношении восприимчивости к оккультным силам. Они остановились на целый день раньше, в тот самый момент, когда их обладатель смотрел на фотографию известного мистика в газете. Зрители в студии ахают от высокого признания. Это, конечно, экстрасенсорные способности вне всякого сомнения, поскольку они проявляются *на целый день раньше*! Есть многое на свете, друг Горацио...

То, что нам нужно – это меньше ахать и больше думать. Эта глава о том, как лишить жала случайные совпадения, спокойно садясь и вычисляя вероятность того, что это произошло бы само по себе. В процессе этого мы обнаружим, что нейтрализовать с виду необъяснимые совпадения куда интереснее, чем ахать о них.

Иногда эти вычисления просты. В предыдущей книге я выдал код от замка на моем велосипеде. При этом я чувствовал себя в безопасности, потому что мои книги явно никогда не будут читать та разновидность людей, которая крадет велосипеды. К сожалению, кто-то все таки украл его, и у меня теперь новый замок с новым кодом, 4167. Я нахожу это число легким для запоминания. 41 запечатлелось в моей памяти, поскольку этот произвольный код обычно маркировал мою одежду и ботинки в школе-интернате. 67 – возраст, в котором я должен выйти на пенсию. Очевидно, здесь нет никакого интересного совпадения: независимо от числа я поискал бы в своей жизни рецепт для запоминания, и я нашел бы его. Но заметьте, что будет дальше. В день, когда я это пишу, я получил из моего оксфордского колледжа письмо, в котором сообщалось:

Каждому, кто имеет доступ к ксероксу, присвоен личный код, разрешающий доступ. Ваш новый номер 4167.

Моей первой мыслью было, что я, несомненно, потеряю этот клочок бумаги (я быстро потерял аналогичную в прошлом году), и я должен немедленно придумать формулу, чтобы зафиксировать число в своей памяти. Может быть, нечто подобное мнемонической схеме, благодаря которой я помню комбинацию велосипеда? И я снова посмотрел на число в письме и, еще позаимствовать изящную строку из научно-фантастического романа Фреда Хойла «Черное Облако», цифры на листке бумаги казалось разрослись до гигантских размеров.

4167.

Мне не нужна была новая мнемоническая схема. Число было идентично. Я помчался, чтобы рассказать жене об этом удивительном совпадении, но, по более трезвом размышлении, у меня не было причин для возбуждения.

Вероятность, что это произойдет само по себе случайно, легко вычислить. Первая цифра могла быть любой от 0 до 9. Таким образом, есть один из 10 шансов получить 4 и получить совпадение с замком велосипеда. Для каждого из этих десяти вариантов, вторая цифра могла быть любой от 0 до 9, поэтому снова есть один из 10 шансов совпадения со второй цифрой замка велосипеда. Вероятность совпадения первых двух цифр, поэтому – 1 из 100, и, следуя логике первых двух цифр, вероятность соответствия всех четырех цифр с замком велосипеда – 1 из 10 000. Именно это большое число предохраняет нас от воровства.



Совпадение впечатляющее. Но какой вывод мы должны сделать? Произошло ли что-то таинственное и чудесное? Незаметно работали ангелы-хранители? Счастливые звезды заплыли в Уран? Нет. Нет причин подозревать что-то большее, чем простая случайность. Число людей в мире настолько велико по сравнению с 10 000, что кто-то в этот самый момент обязан столкнуться с совпадением, по крайней мере, таким же поразительным, как и мое. Просто так случилось, что сегодня был мой день замечать такое совпадение. Не является дополнительным совпадением и то, что это случилось со мной в этот особый день, когда я пишу эту главу. Фактически я написал первый набросок главы несколько недель назад. Я пересматривал ее сегодня, после того, как случилось совпадение, чтобы вставить эту историю. Я, конечно, пересматривал ее много раз, чтобы проверить и отшлифовать, и я не буду удалять ссылок на «сегодня»: они были точными, когда я их писал. Есть другой способ, которым мы обычно раздуваем внушительность совпадений, чтобы сделать хорошую историю.

Мы можем сделать подобное вычисление для телевизионного гуру, экстрасенсорные миазмы которого, казалось, останавливали часы людей, но мы должны будем использовать приближенные оценки, а не точные цифры. У любых конкретных часов есть определенная низкая вероятность остановки в любой момент. Я не знаю, какова эта вероятность, но вот способ, которым мы могли бы произвести примерный подсчет. Если мы возьмем только электронные часы, их батарея как правило садится за год. Тогда, электронные часы останавливаются приблизительно один раз в год. Предположительно, механические часы останавливаются чаще, потому что люди забывают их завести, и, предположительно, электронные часы останавливаются менее часто, потому что иногда люди меняют батарею заблаговременно. Но, вероятно, в общем оба вида часов часто останавливаются потому, что в них проявляются того или иного рода поломки. Поэтому давайте примем предварительную оценку, что любые конкретные часы скорее всего остановятся один раз в год. Не имеет большого значения, насколько точна наша оценка. Принцип останется.

Если бы чьи-то часы остановились спустя три недели после произнесения заклинания, даже самое доверчивый предпочел бы приписать это случайности. Мы должны решить, какая задержка была бы оценена телезрителями как достаточно синхронная с объявлением экстрасенса, чтобы их убедить. Приблизительно пять минут, конечно, допустимы, тем более, что он может продолжать говорить с каждым звонящим в течение нескольких минут, прежде чем следующий звонок перестает казаться примерно синхронным. В году около 100 000 пятиминутных периодов. Вероятность, что любые конкретные часы, скажем мои, остановятся в заданный пятиминутный период, приблизительно 1 к 100 000. Низкая вероятность, но шоу смотрит 10 миллионов человек. Если лишь половина из них носит часы, мы можем ожидать, что приблизительно 25 из этих часов остановятся в любую данную минуту. Если только четверть таких позвонит в студию, то будет 6 звонков, более чем достаточно, чтобы ошарашить наивную аудиторию. Особенно когда вы добавите звонки от людей, чьи часы остановились днем раньше, людей, у которых часы не останавливались, но остановились часы их дедушки, людей, которые умерли от сердечных приступов, и их скорбящие родственники, позвонили сказать, что их «маятник» перестал тикать, и так далее. Такое совпадение отмечается в восхитительно сентиментальной старой песне, «Дедушкины часы» Десяносто лет без остановки.

Тик, так, тик, так.

Его жизнь отмеряют секунды.

Тик, так, тик, так.

Они остановились... неожиданно..., чтобы никогда не пойти  
снова,

Когда старик умер.

чтобы никогда не пойти снова,

Когда старик умер.

Ричард Фейнман в лекции 1963 года, изданной посмертно в 1998-м, рассказывает историю о том, как его первая жена умерла в 9.22 вечера, и часы в ее комнате, как позже обнаружилось, остановились ровно в 9.22. Есть те, кто упивался бы кажущейся загадочностью этого совпадения и почувствовал бы, что Фейнман отнимает что-то дорогое, когда дает нам простое, рациональное объяснение тайны. Часы были старые и ненадежные, и имели свойство останавливаться, если их наклоняли от горизонтального положения. Фейнман сам часто поправлял их. Когда миссис Фейнман умерла, обязанность медсестры состояла в том, чтобы сделать запись точного времени смерти. Она подошла к часам, но они были в тени полумрака. Чтобы их увидеть, она их подняла и наклонила циферблат к свету... Часы остановились. Действительно ли Фейнман портит нечто красивое, когда дает нам разъяснение, несомненно верное и очень простое? Я так не думаю. Как по мне, он подтверждает элегантность и красоту упорядоченной вселенной, в которой часы останавливаются по причинам, а не чтобы возбуждать человеческое сентиментальное воображение.

В этом месте я хочу изобрести технический термин, и я надеюсь, вы простите аббревиатуру. PETWHAS означает «популяция событий, которые могли бы показаться совпадениями». Популяция может показаться странным словом, но в английском это – правильный статистический термин, совокупность. Я не буду продолжать использовать заглавные буквы, потому что они выглядят на странице столь малопривлекательно. Остановка чьих-то часов в течение десяти секунд после заклинаний экстрасенса, очевидно, входит в petwhas, как и многие другие события. Строго говоря, остановка дедушкиных часов не должна сюда включаться. Мистик не утверждал, что он может остановить дедушкины часы. Однако когда часы чьего-нибудь дедушки действительно останавливались, они немедленно телефонировали, потому что были, пожалуй, даже более поражены, чем если бы остановились их собственные часы. Создается странное, ошибочное представление, что экстрасенс еще *более* силен, так как он даже не потрудился упомянуть, что может остановить также часы дедушки! Подобным же образом, он ничего не сказал о часах, остановившихся на день раньше или о дедушкиных тикающих «маятниках», перенесших остановку сердца.

Люди ощущают такие неожиданные события принадлежащими к petwhas. Для них это похоже, как если бы работали тайные силы. Но когда вы начинаете рассуждать как мы рассуждаем, petwhas становится действительно весьма большим, и в этом весь фокус. Если ваши часы остановились ровно на 24 часа раньше, то вы не должны быть излишне легковверными и включать этот случай в petwhas. Если бы чьи-то часы остановились ровно за семь минут то до заклинания, это могло бы произвести на некоторых людей впечатление, потому что семь – древнее мистическое число. И то же самое, по-видимому, работает для семи часов, семи дней... Чем больше petwhas, тем меньшее впечатление *должно* произвести на нас совпадение, когда оно происходит. Один из приемов успешного обманщика – заставить людей думать полностью обратное.

Между прочим, я преднамеренно выбрал более впечатляющий обман для моего воображаемого экстрасенса, чем на самом деле был проделан с часами по телевидению. Более известный трюк – запустить часы, которые остановились. Телезрителей просят встать и принести, из ящиков или чердаков, часы, которые сломались, и держать их, пока экстрасенс осуществляет какое-то колдовство или выполняет какие-то гипнотические действия глазами. В действительности же происходит то, что, если кратко, от тепла руки растапливается загустевшее масло, и это запускает работу часов. Даже если это случится лишь в маленькой доле случаев, то эта доля, помноженная на большую аудиторию, вызовет достаточное число ошеломленных телефонных звонков. Фактически, как объяснил Николас Хамфри в своем замечательном разоблачении сверхъестественных явлений «В поисках души» (1995), было продемонстрировано, что больше 50 процентов сломанных часов начинают идти, по крайней мере на мгновение, если их подержать в руке.

Вот другой пример совпадения, где ясно, как вычислить вероятность. Мы используем его, чтобы продолжить и увидеть, насколько чувствительна вероятность к изменению petwhac. У меня когда-то была подруга, у которой была та же дата рождения (хотя не в одном и том же году), как и у моей предыдущей подруги. Она рассказала об этом своему другу, который верил в астрологию, и друг торжествующе спросил, как я мог оправдать свой скептицизм ввиду такого поразительного факта, что я был невольно сведен подряд с двумя женщинами на основе их «звезд». Еще раз, давайте просто спокойно об этом подумаем. Легко подсчитать вероятность того, что у двух людей, выбранных абсолютно наугад, будет один и тот же день рождения. В году 365 дней. Когда бы ни был день рождения первого человека, шанс, что у второго день рождения будет в тот же самый день – 1 к 365 (пренебрегая високосными годами). Если мы разделим людей на пары каким-нибудь определенным способом, например, беря подряд подруг любого мужчины, вероятность, что у них будет один день рождения – 1 к 365. Если мы возьмем десять миллионов мужчин (меньше, чем население Токио или Мехико), это очевидно странное совпадение случится больше чем с 27 000 из них!

Теперь давайте подумаем о petwhac и увидим, как очевидное совпадение становится менее впечатляющим, когда сам petwhac расширяется. Есть много других способов, которыми мы могли разделить людей на пары и все же в конце концов отметить очевидное совпадение. Например, две подряд подруги с одной и той же фамилией, хотя и не родственницы. Два деловых партнера с одним и тем же днем рождения также вошли бы в petwhac; или два человека с одним и тем же днем рождения, сидящие рядом друг с другом в самолете. Однако в полностью заполненном Боинге-747 вероятность, что, по крайней мере, у одной пары соседей будет общий день рождения, даже больше, чем 50 процентов. Мы обычно не замечаем это, потому что не смотрим через плечо друг другу, когда заполняем те утомительные иммиграционные формы. Но если бы мы делали это, то хотя бы кто-нибудь на большинстве рейсов, мрачно бормотал бы о тайных силах.

Совпадение дней рождения превосходно выражено более впечатляющим способом. Если есть комната со всего лишь 23 людьми, математики могут доказать, что с вероятностью чуть больше 50 процентов у двух из них один день рождения. Два читателя более раннего варианта этой книги просили, чтобы я обосновал это удивительное утверждение. Легче вычислить вероятность, что нет пары с общим днем рождения, и вычесть ее из единицы. Забудьте о високосных годах, их учет дает больше мороки, чем толку. Предположим, я держу с вами пари, что из 25 людей в комнате, по меньшей мере у двух общий день рождения. Вы держите пари, в целях нашего аргумента, что не будет никаких общих дней рождения. Мы сделаем вычисления, поочередно пересчитывая до 23 человек, начав лишь с одного человека в комнате и добавляя людей по одному. Если в какой-нибудь момент будет найдена пара, я выигрываю пари, мы останавливаем игру и не утруждаемся тем, чтобы добавлять еще людей. Если мы дойдем до 23 человек, и к тому моменту все еще не будет ни одной пары, то пари выигрываете вы.

Когда в комнате находится только один человек, которого мы вполне можем назвать А, вероятность, что «пока еще нет ни одной пары» заведомо равна 1 (365 шансов из 365). Теперь добавим второго человека, В. Вероятность совпадения теперь 1 из 365. Поэтому вероятность, что «пока еще нет ни одной пары», когда В присоединился к А в комнате, составляет 364/365. Сейчас добавим третьего человека, С. Есть один шанс из 365, что С составит пару с А, и один шанс из 365, что С составит пару с В, поэтому вероятность, что он не совпадает ни с А, ни с В, составляет 363/365 (он не может совпадать с обоим, и потому что мы уже знаем, что А не совпадает с В). Чтобы получить общую вероятность, что «пока еще нет ни одной совпадающей пары», нам придется взять эти 363/365 и умножить на вероятность отсутствия совпадающей пары в предыдущем раунде (-ах), в данном случае на 364/365. Подобная же логика применима, когда мы добавляем четвертого человека, D. Общая вероятность, что «пока еще нет ни одной совпадающей пары», теперь составляет 364/365 X 363/365 X 362/365. И так, пока все 23 человека не окажутся в комнате. Каждый

новый человек добавляет новый множитель, который нам придется дополнить к имеющемуся итогу произведения, чтобы вычислить вероятность отсутствия совпадения пары на данный момент.

Если вы выполните умножение для 23 множителей (вам придется дойти до 343/365), ответ составит около 0.49. Это вероятность, что в комнате не будет ни одного общего дня рождения. Итак, вероятность, что по меньшей мере у одной пары людей в группе из 23 будет общий день рождения, чуть больше вероятности обратного. Интуиция большинства людей призывает их держать пари против такого совпадения. Но они бы ошиблись. Именно подобные интуитивные ошибки обычно искажают нашу оценку «сверхъестественных» совпадений.

Вот имевшее место совпадение, где мы можем попытаться оценить вероятность приблизительно, хотя здесь это немного труднее. Моя жена однажды купила для своей матери красивые старинные часы с розовым циферблатом. Когда она забрала их домой и снимала ценник, она была поражена, обнаружив выгравированные на обратной стороне часов личные инициалы матери, М.А.В. Необъяснимо? Жутко? Мурашки по коже? Артур Кёстлер, известный автор романов, истолковал бы примерно так. Как и К. Г. Юнг, уважаемый психолог и изобретатель «коллективного подсознания», который также полагал, что книжный шкаф или нож можно заставить психическими силами внезапно с громким треском взорваться. Моя жена, обладающая большим здравым смыслом, просто сочла, это совпадение инициалов достаточно забавным и замечательно подходящим, чтобы рассказать эту историю мне – и я теперь здесь рассказываю ее более широкой аудитории.

Итак, какова на самом деле вероятность совпадения такой величины? Мы можем начать ее вычисление наивно. В алфавите 26 букв. Если у матери три инициала, и вы находите часы, с выгравированными тремя случайными буквами, вероятность, что они совпадут –  $1/26 \times 1/26 \times 1/26$ , или 1 к 17 576. В Великобритании приблизительно 55 миллионов человек. Если бы каждый из них купил гравированные антикварные часы, то мы ожидали бы, что больше 3 000 из них ахнут в изумлении, когда обнаружат, что на часах уже есть инициалы их матери.

Но в действительности вероятность больше. В нашем наивном вычислении было сделало неправильное предположение, что для каждой буквы вероятность быть чьим-то инициалом составляет  $1/26$ . Это усредненная вероятность для алфавита в целом, но для некоторых букв, вроде Х и Z, вероятность меньше. Другие, включая М, А и В, более распространены: представьте, насколько больше мы были бы поражены, если бы совпавшими инициалами были Х.Q.Z. Мы можем уточнить нашу оценку вероятности, проанализировав телефонный справочник. Исследование выборки – приемлемый способ оценить что-то, что мы не можем подсчитать прямо. Лондонский справочник – хороший материал для статистики, потому что он большой, и Лондон к тому же является тем местом, где моя жена купила часы и где жила ее мать. Лондонский телефонный справочник содержит колонку с именами частных граждан длиной приблизительно 85 060 дюймов или приблизительно 1.54 миль. Из них приблизительно 8 110 дюймов колонки посвящены В. Это означает, что приблизительно 9.5 процентов лондонцев имеют фамилию, начинающуюся на В – намного чаще, чем в среднем для букв:  $1/26$ , или 3.8 процента.

То есть вероятность, что случайно выбранный лондонец имел бы фамилию, начинающуюся с В – приблизительно 0.095 (~9.5 процентов). А что с аналогичными вероятностями, что имена начинаются с М или А? Слишком долго считать инициалы имен прямо в телефонной книге, и в этом нет никакого смысла, так как телефонная книга – сама по себе лишь выборка. Легче всего взять выборку из выборки, где инициалы имен удобно расположены в алфавитном порядке. Это верно для записей в пределах одной отдельно взятой фамилии. Я возьму самую распространенную фамилию в Англии – Смит – и посмотрю, какая доля Смитов являются М.Смитами, а какая – А.Смитами. Резонно надеяться, что это будет примерно представлять вероятности инициалов имен для лондонцев вообще. Оказывается, колонка Смитов в целом гораздо больше 20 ярдов. Из них 0.073 (53.6

дюйма колонки) – М. Смиты. А. Смиты занимают 75.4 дюймов колонки, представляя 0.102 всех Смитов.

Поэтому если вы лондонец, и у вас три инициала, вероятность, что ваши инициалы М.А.В. в том же порядке – приблизительно  $0.102 \times 0.073 \times 0.095$  или приблизительно 0.0007. Так как население Великобритании – 55 миллионов, это должно означать, что приблизительно у 38 000 из них инициалы М.А.В., но только если у каждого из этих 55 миллионов по три инициала. Очевидно не у каждого, но, снова просматривая телефонный справочник, кажется, что, по крайней мере, у большинства это так. Если мы делаем консервативное предположение, что только у половины британцев по три инициала, то это все еще означает, что у больше чем 19 000 британцев инициалы идентичны с инициалами матери моей жены. Любой из них мог купить эти часы и ахнуть от удивления из-за совпадения. Наше вычисление показало, что ахать нет никакой причины.

Действительно, если мы лучше подумаем о petwhac, мы обнаружим, что у нас еще меньше права быть впечатленным. М.А.В. были начальными буквами девичьей фамилии матери моей жены. Ее инициалы при замужестве М.А.В. показались бы столь же впечатляющими, как и те, что были найдены на часах. Фамилии, начинающиеся с W, почти столь же часто встречаются в телефонной книге, как те, что начинаются с В. Этот фактор примерно удваивает petwhac, удваивая число людей в стране, которых охотники за совпадениями сочли бы обладающими теми же самыми инициалами, как у матери моей жены. Кроме того, если кто-то купил часы и обнаружил, что были выгравированы не инициалы ее матери, а ее собственные, она могла бы счесть это еще большим совпадением и более достойным быть включенным в (все разрастающийся) petwhac.

Покойный Артур Кёстлер, как я уже упомянул, был большим любителем совпадений. Среди историй, которые он рассказывает в «Корни совпадения» (1972), некоторые первоначально были собраны его героем, австрийским биологом Паулем Каммерером (известным в связи с публикацией фальшивого эксперимента, предположительно демонстрирующего «наследование приобретенных признаков» у жаб-повитух). Вот типичная история Каммерера цитируемая Кестлером:

18 сентября 1916 года моя жена, ожидая своей очереди во врачебный кабинет профессора Дж. ван Х., читала журнал «Die Kunst»; ее поразили некоторые репродукции картин художника по имени Швалбах, и она постаралась запомнить его имя, потому что хотела бы увидеть оригиналы.

В тот момент дверь открылась, и регистратор вызывал пациента: «Фрау Швалбах здесь? Ей звонят».

Возможно, не стоит пробовать оценить вероятность этого совпадения, но мы можем, по крайней мере, записать кое-что, что нам потребовалось бы знать. Фраза «в этот момент дверь открылась» немного неопределенна. Открылась ли дверь через одну секунду после того, как она про себя отметила картины Швалбаха, или через 20 минут? Насколько длинным мог быть промежуток времени, чтобы она все еще оставалась поражена совпадением? Очевидно, важна частота имени Швалбах: на нас произвело бы меньшее впечатление, если бы это был Шмидт или Страусс; и большее впечатление, если бы это был Твистлетон-Уикем-Файнс или Нэчбул-Хьюиссен. В моей местной библиотеке нет телефонной книги Вены, но быстрый взгляд в другой большой немецкий телефонный справочник, берлинский, приносит полдюжины Швалбахов: имя не слишком распространенное, и поэтому, понятно, почему леди была впечатлена. Но мы должны думать также о размерах petwhac. Подобные совпадения могли случаться с людьми в приемных других врачей; и в приемных дантистов, правительственных учреждениях и так далее; и не только в Вене, но и где-нибудь еще. Это количество, примем во внимание, представляет собой число возможностей для совпадений, о которых, если бы они произошли, мы бы думали, что они столь же замечательные, как и то, которое произошло на самом деле.

Теперь давайте возьмем совпадения другого рода, где еще труднее узнать, с чего начать

вычисление вероятности. Рассмотрим часто приводимый случай, когда снится старый знакомый впервые в течение многих лет, а затем вы получаете от него письмо, неожиданно-негаданно, на следующий же день. Или когда вы знаете, что он умер ночью. Или знаете, что он ночью не умер, но умер его отец. Или, что его отец не умер, а выиграл в футбольный тотализатор. Видите, как *retwhas* разрастается до неконтролируемого объема, когда мы ослабляем бдительность?

Часто эти истории совпадений собраны с большого поля. В столбцах для писем в редакции популярных газет содержатся письма, представленные отдельными читателями, которые не написали бы, если бы не удивительные совпадения, случившиеся с ними. Чтобы решить, должно ли это производить на нас впечатление, мы должны знать тираж газеты. Если он 4 миллиона, было бы удивительно, если бы мы не читали ежедневно о каких-то потрясающих совпадениях, так как совпадение должно произойти с одним из 4 миллионов, чтобы у нас были хорошие шансы, что об этом сообщат в газете. Трудно вычислить вероятность отдельного совпадения, случающегося с одним человеком, скажем, давно забытый старый друг умирает в ночь, когда случайно приснился нам во сне. Но независимо от того, какова эта вероятность, она, конечно, намного больше, чем один к 4 миллионам.

Поэтому для нас действительно нет никакой причины поражаться, когда мы читаем в газете о совпадении, которое случилось с одним из читателей или с кем-то где-нибудь в мире. Этот довод против того, чтобы поражаться, полностью обоснован. Однако здесь может скрываться нечто, все еще волнующее нас. Вы можете с удовольствием согласиться, что, с точки зрения читателя газеты, выходящей массовым тиражом, мы не имеем права быть пораженными совпадением, которое случается с другим из миллионов читателей той же газеты, потрудившимся в нее написать. Но намного тяжелее сбросить чувство страха с морозом по коже, когда совпадение случается непосредственно с вами. Это не просто личная предубежденность. Это можно серьезно обосновать. Чувство возникало почти у каждого, с кем я встречался; если спросить любого наугад, то велики шансы, что он сможет рассказать по крайней мере одну довольно странную историю о случайном совпадении. На первый взгляд, это подрывает доводы скептика о том, что газетные истории отобраны в миллионном кругу читателей – огромном улавливателе случаев.

Фактически же этого не происходит, по следующей причине. Каждый из нас, даже один человек, все же составляет очень большую популяцию *возможностей* совпадения. Каждый обычный день, который вы или я проживаем, представляет собой непрерывный ряд событий, или происшествий, любое из которых является потенциальным случайным совпадением. Сейчас я смотрю на картину на стене глубоководной рыбы с очаровательной внеземной мордой. Вполне возможно, что в этот самый момент зазвонит телефон и абонент представится как г-н Фиш. Я ожидаю...

Телефон не позвонил. Я хочу сказать, что, независимо от того, что вы можете делать в любую данную минуту дня, вероятно, есть какое-то другое событие – скажем, телефонный звонок – которое, если оно бы случилось, ретроспективно было бы сочтено за жуткое совпадение. В жизни каждого человека так много минут, что было бы весьма удивительно найти человека, который никогда не сталкивался с потрясающим совпадением. В течение этой особой минуты мои мысли отклонились к школьному товарищу по фамилии Хэвиленд (я не помню ни его имени, ни как он выглядел), которого я не видел и о котором не думал целых 45 лет. Если в этот момент самолет, изготовленный компанией *de Haviland*, пролетал бы за окном, со мной произошло бы совпадение. Фактически я должен сообщить, что такой самолет не появился, но мои мысли перешли на что-то еще, что дает еще одну возможность для совпадения. И таким образом благоприятные возможности для совпадений случаются в течение дня и ежедневно. Но негативные примеры – отсутствие совпадения, не замечаются и о них не рассказывают.

Наша склонность видеть смысл и тенденции в совпадении, независимо от того, есть ли в нем какой-либо реальный смысл, является частью более общего стремления искать тенденции. Это стремление похвально и полезно. Многие события и явления в мире

действительно происходят по схеме неслучайным образом, и для нас, и для животных вообще, полезно обнаруживать эти схемы. Трудность состоит в том, чтобы проплыть между Сциллой обнаружения очевидной системы, когда ее нет, и Харибдой необнаружения системы когда она есть. Наука статистика в довольно большой степени занята поддержанием этого трудного курса. Но прежде чем статистическим методам был придан официальный статус, люди и, безусловно, другие животные были довольно хорошими интуитивными статистиками. Однако легко ошибиться, в обоих направлениях. Вот несколько настоящих статистических примеров в природе, которые не совсем очевидны, и которые были не всегда известны людям.

<b>Настоящий пример</b>	<b>Причину трудно определить</b>
Половой акт, согласно статистике, сопровождается родами приблизительно через 266 дней.	Точный промежуток времени варьирует около среднего числа 266 дней. Половые акты чаще не приводят к оплодотворению. Половые акты обычно часто повторяются так или иначе, поэтому не очевидно, что оплодотворение является результатом их, а не, скажем, еды, которая так же часто повторяется.
Оплодотворение довольно вероятно в середине женского цикла, и довольно маловероятно ближе к менструации	См. выше. Кроме того, женщины без менструаций не могут забеременеть. Это ложная корреляция, которая загораживает дорогу к правде и даже, для наивного исследователя, предполагает противоположность правды.
Курение является причиной рака легких	Многие люди, которые курят, не получают рак легких. Многие люди, получившие рак легких, никогда не курили.
Во время бубонной чумы соседство с крысами, и особенно с их блохами, как правило приводит к инфекции	Вокруг всегда много крыс и блох. Крысы и блохи связаны с очень многими другими вещами, вроде грязи и "плохого воздуха", трудно понять, какой из многих коррелирующих факторов важен. То есть снова же, есть ложные корреляции, которые стоят на пути.

Теперь – некоторые иллюзорные системы, которые люди ошибочно думали, что обнаружили.

<b>Ложный пример</b>	<b>Причина, легко вводящая в заблуждение</b>
Засуха может прекратиться благодаря танцу дождя (или человеческой жертве, или орошению козлиной кровью почек хорька, или любой произвольной традиции, которую устанавливает определенная теологическая система)	Иногда дожди действительно случаются после танца дождя (и т.д.) и эти редкие неожиданные удачи застревают в памяти. Когда, скажем, танец дождя не сопровождается дождем, предполагается, что некоторые детали церемонии пошли не так, или что боги сердятся по какой-то другой причине: всегда довольно легко найти достаточно правдоподобное оправдание.
Кометы и другие астрономические события предвещают кризисы в человеческих делах	См. выше. Кроме того, в интересах астрологов подпитывать этот миф, так же, как, несомненно, в интересах священников и шаманов - подпитывать мифы о танцах дождя и почках хорьков.
После полосы невезений удача становится более вероятной	Если неудачи продолжаются, мы предполагаем, что полоса неудач еще не закончилась, и мы ожидаем, что ее конец тем более вероятен. Если неудачи заканчиваются, пророчество признается исполненным. Мы подсознательно определяем "полосу" неудач в терминах ее окончания. Поэтому за ней, очевидно, должна следовать удача.

Мы не единственные животные, ищущие статистические неслучайные системы в природе, и мы не единственные животные, совершающие такие ошибки, которые можно было бы назвать суевериями. Оба этих факта четко демонстрируются в аппарате, названном коробкой Скиннера, в честь известного американского психолога Б. Ф. Скиннера. Коробка Скиннера – это простая, но широкоцелевая часть оборудования для изучения психологии, обычно крысы или голубя. Это коробка с выключателем или переключателем, встроенным в одну стену, которым голубь (скажем), может приводить в действие ключом. Есть также электрически управляемое устройство подачи пищи (или другого поощрения). Они связаны таким образом, что клевок голубя оказывает некоторое влияние на устройство питания. В простейшем случае, каждый раз, когда голубь клюет ключ, он получает пищу. Голуби охотно обучаются этой задаче. Так же и крысы и, в соответственно увеличенных и укрепленных коробках Скиннера, свиньи.

Мы знаем, что причинная связь между клеванием ключа и пищей обеспечивается электрическим устройством, но голубь не знает. Что касается голубя, клевание ключа могло бы с тем же успехом быть танцем дождя. Кроме того, связь может быть весьма слабой, статистической. Устройство может быть настроено так, чтобы вознаграждалось далеко не каждый клевок, чтобы лишь один из 10 клевков вознаграждался. Это может буквально означать каждый десятый клевок. Или, при другой настройке устройства, это может означать, что вознаграждается каждый 10-ый клевок в среднем, но в каждом конкретном случае точное число клевков задается случайным образом. Или могут иметься часы, определяющие, что в среднем одна десятая времени клевков приведет к вознаграждению, но невозможно сказать, какая десятая часть времени. Голуби и крысы учатся нажимать ключи, даже когда, казалось бы, нужно быть довольно хорошим статистиком, чтобы обнаружить причинно-следственную взаимосвязь. Они могут подвергаться расписанию, при котором вознаграждается лишь очень маленькая часть клеваний. Интересно, что привычка, приобретенная, когда клевание вознаграждается лишь изредка, более долговечна, чем привычка, приобретенная, когда вознаграждаются все клевки: голубь не так быстро разочаровывается, когда вознаграждающий механизм выключают совсем. Если подумать, это интуитивно понятно.

Итак, голуби и крысы довольно хорошие статистики, способные улавливать



небольшие, статистические закономерности систематичности в их мире. По-видимому эта способность служит им в природе так же, как в коробке Скиннера. Жизнь богата на систематичности; мир – большая, сложная коробка Скиннера. Действия диких животных часто сопровождаются вознаграждениями, или наказаниями, или другими важными событиями. Связь между причиной и следствием часто не абсолютная, а статистическая. Если кроншнеп исследует грязь своим длинным, кривым клювом, есть определенная вероятность, что он найдет червя. Связь между актами исследования и явлением червя является статистической, но реальной. Целая школа исследования животных выросла вокруг так называемой теории оптимального фуражирования. Дикие птицы показывают весьма изощренные способности оценивать, статистически, относительное богатство пищей различных участков, и исходя из этого переключать свое время между участками.

Если вернуться в лабораторию, Скиннер основал большую исследовательскую школу, использующую коробки Скиннера для всяческих всесторонних целей. Затем, в 1948 году, он опробовал блестящий подвариант этой стандартной техники. Он полностью разорвал причинную связь между поведением и вознаграждением. Он так настроил устройство, чтобы «вознаграждать» голубя время от времени, независимо от того, что сделала птица. Теперь все, что вообще должны были делать птицы – это бездельничать и ждать вознаграждения. Но на самом деле они действовали по-другому. Вместо этого в шести из восьми случаев они формировали – точно, как если бы они усваивали вознаграждаемую привычку – то, что Скиннер назвал «суеверным» поведением. В чем именно оно состояло различалось от голубя к голубю. Одна птица крутилась вокруг, как волчок, два или три поворота против часовой стрелки между «вознаграждениями». Другая птица неоднократно лезла головой в один определенный верхний угол коробки. Третья демонстрировала «сбрасывающее» поведение, как будто снимая с головы невидимый занавес. У двух птиц независимо появилась привычка ритмично «качать маятник» из стороны в сторону головой и телом. Эта последняя привычка, кстати, должно быть, была довольно похожа на брачный танец некоторых райских птиц. Скиннер использовал слово суеверие, потому что птицы вели себя, как будто думали, что их привычное движение оказывало причинное влияние на механизм вознаграждения, тогда как фактически это было не так. Это был голубиный аналог танца дождя.

Суеверная привычка, когда-то укоренившаяся, могла сохраняться в течение многих часов, долго после того, как механизм вознаграждения был выключен. Привычки, однако, не оставались неизменными по форме. Они дрейфовали, как прогрессирующие импровизации органиста. В одном типичном случае суеверная привычка голубя началась как резкое движение головой из среднего положения влево. С течением времени движение стало более энергичным. В конце уже все тело двигалось в том же самом направлении и шаг или два совершалось ногами. После многих часов «топографического дрейфа», это шагание влево стало главной чертой привычки. Сами суеверные привычки, возможно, возникли из естественного набора навыков вида, но все равно справедливо сказать, что выполнение их в этом контексте, и выполнение неоднократное, неестественно для голубей.

Суеверные голуби Скиннера вели себя как статистики, но статистики, которые неверно её поняли. Они были наготове к возможности связи между событиями в их мире, особенно связи между вознаграждением, которое они хотели, и действиями, предпринять которые было в их силах. Привычка, вроде всовывания головы в угол клетки, возникла случайно. Просто случайно оказалось, что птица делала это в момент перед тем, как механизм щелкнет срабатывающий механизм вознаграждения. Достаточно понятно, что птица выдвинула предварительную гипотезу о существовании связи между этими двумя событиями. Поэтому она сунула голову в угол снова. И тут, по случайной воле, механизма выбора времени Скиннера вознаграждение появилось снова. Если бы птица провела эксперимент, не засовывая голову в угол, то обнаружила бы, что вознаграждение все равно появилось. Но ей бы нужно было быть лучшим и более скептическим статистиком, чем многие из нас, людей, чтобы провести этот эксперимент.

Скиннер проводит аналогию с людьми-картежниками, у которых развиваются

небольшие счастливые «тики» при игре в карты. Подобное поведение – также привычное зрелище на лужайках для игры в шары. Как только рука игрока в шары отпускает «вуд» (шар), игрок больше ничего не может сделать, чтобы способствовать его движению по направлению к «джеку» (целевому шару). Однако опытные игроки почти всегда спешат за своим шаром, часто все еще в согнутом положении, извиваясь и вращая телом, как будто чтобы передать отчаянные наставления уже невосприимчивому шару, и часто говоря ему бесполезные слова ободрения. Однорукий бандит в Лас Вегасе – это ничто иное, как человеческая коробка Скиннера. «Клевание ключа» представлено не только дерганьем рычага, но также, конечно, и засовыванием монеты в щель автомата. Это действительно игра для дураков, потому что вероятности, как известно, настроены в пользу казино – как еще казино оплачивало бы свои огромные счета на электроэнергию? Выдает или нет данный поворот рычага джекпот, определяет случайность. Это прекрасный рецепт для суеверных привычек. Будьте уверены, если вы понаблюдаете за игроками в Лас Вегасе, вы увидите движения, весьма напоминающие суеверных голубей Скиннера. Некоторые разговаривают с автоматом. Другие делают ему забавные знаки пальцами, поглаживают или ласкают его руками. Они когда-то ласкали его и выиграли джекпот, и они не забыли об этом. Я наблюдал людей с компьютерной зависимостью, с нетерпением ожидавших ответа сервера, которые вели себя подобным образом, скажем, постукивая по терминалу костяшками пальцев.

Человек, рассказавший мне о Лас Вегасе, также провела неофициальное исследование лондонских букмекерских контор. Она сообщает, что один определенный игрок обычно бежит, после того, как сделает ставку, к определенной плитке в полу, где стоит на одной ноге, наблюдая за скачками по букмекерскому телевидению. По-видимому он когда-то выиграл, стоя на этой плитке, и у него зародилась идея, что чувствует причинная связь. Теперь, если кто-то еще стоит на «его» счастливой плитке (некоторые другие спортсмены делают это специально, возможно, пытаясь похитить часть его «удачи», или просто чтобы его подразнить), он танцует вокруг нее, отчаянно стараясь стать на плитку, пока не кончился забег. Другие игроки отказываются менять рубашку или стричь волосы, пока у них «полоса везения». Для сравнения, один ирландский профессиональный игрок, у которого была прекрасная копна волос, побрил ее полностью налысо в отчаянной попытке изменить свою удачу. Его гипотеза была, что ему не везло с лошадьми, и у него было много волос. Возможно, это как-то взаимосвязано; возможно, эти факты части значимой системы! Прежде, чем мы почувствуем свое большое превосходство, позвольте напомнить, что многие из нас были воспитаны в вере, что удача Самсона совершенно изменилась, после того как Делила остригла ему волосы.

Откуда мы можем знать, какие наблюдаемые закономерности являются подлинными, а какие случайными и бессмысленными? Методы существуют, и они связаны с наукой статистики и постановки эксперимента. Я хочу уделить немного больше времени, объясняя некоторые принципы, хотя и не детали, статистики. Статистику во многом можно рассматривать искусством отличать систему от случайности. Случайность означает отсутствие закономерности. Есть различные способы объяснить понятия случайности и закономерности. Предположим, что я утверждаю, что могу различить почерк девочек и мальчиков. Если я прав, то это должно означать, что есть реальная закономерность, связывающая пол с почерком. Скептик мог бы усомниться в этом, соглашаясь, что почерк варьирует от человека к человеку, но отрицая, что есть связанная с полом система в этих вариациях. Как вы можете определить, чье утверждение верно, мое или скептика? Бесполезно просто принимать мое слово. Как суеверный игрок из Лас Вегаса, я мог бы легко принять полосу везения за реальное, проверенное умение. В любом случае, у вас есть полное право потребовать доказательств. Какое доказательство должно вас убедить? Ответ – доказательство, которое публично зафиксировано и должным образом проанализировано.

Утверждение, в любом случае, является лишь статистическим. Я не утверждаю (в данном гипотетическом примере – в действительности я не утверждаю ничего), что могу безошибочно судить о поле автора данного образца почерка. Я лишь утверждаю, что среди

огромного разброса, существующего среди почерков, некоторые компоненты его вариаций коррелируют с полом. Поэтому даже при том, что я часто буду ошибаться, если вы дадите мне, скажем, 100 образцов почерка, я должен быть способен рассортировать их на мальчиков и девочек точнее, чем можно достичь просто случайным угадыванием. Из этого следует, что для того, чтобы дать оценку любому утверждению, вы оказываетесь перед необходимостью вычислять, насколько вероятно то, что данный результат мог быть достигнут случайным угадыванием. Еще раз, мы должны выполнить вычисления вероятности случайного совпадения.

Прежде чем мы добираться до статистики, есть некоторые меры предосторожности, которые вы должны принять при планировании эксперимента. Система – неслучайность, которую мы ищем – это закономерность, связывающая пол с почерком. Важно не запутывать задачу посторонними переменными. Образцы почерка, которые вы мне даете, не должны быть, например, личными письмами. Мне было бы слишком легко догадаться о поле автора из содержания письма, а не из почерка. Не выбирайте всех девочек из одной школы, а всех мальчиков из другой. У учеников из одной школы могут быть общие аспекты почерка, усвоенные либо друг от друга, либо от учителя. Это может привести к реальным различиям в почерке, и даже может быть интересно, но они могут быть характерными для различных школ, и только по-случайности для различных полов. И не просите, чтобы дети переписали отрывок из любимой книги. Я должен был бы находиться под влиянием выбора между «Черным Красавчиком» и «Biggies» (читатели, детские познания которых отличаются от моих, заменят эти примеры собственными).

Очевидно, важно, что все дети должны быть мне незнакомы, иначе я узнал бы их индивидуальный стиль письма и, следовательно, знал бы их пол. Когда вы передаете мне бумаги, на них не должно быть имен детей, но у вас должны быть какие-то способы отследить, какая из них чья. Присвойте им секретных кодов ради ваших же интересов, но будьте осторожны в выборе кодов. Не ставьте зеленую метку на бумагах мальчиков, а желтую – на бумагах девочек. Понятно, что я не буду и знать, где чья, но предположу, что желтый обозначает один пол, а зеленый другой, и это будет большой подсказкой. Было бы хорошей идеей присвоить каждой бумаге кодовый номер. Но не присваивайте мальчикам номера от 1 до 10, а девочкам от 11 до 20; это было бы все равно что те же желтые и зеленые метки. Также не давайте мальчикам нечетные номера, а девочки четные. Вместо этого присвойте бумагам случайные номера и держите список ключей запертым, чтобы я не мог его найти. Эти предосторожности в литературе называются «двойными слепыми» клиническими испытаниями.

Давайте предположим, что все надлежащие двойные слепые меры предосторожности были приняты, и что вы собрали 20 анонимных образцов почерка, перемешанные в случайном порядке. Я разбираю бумаги, сортируя их на две стопки, предполагаемых мальчиков и предполагаемых девочек. Я могу отнести некоторые в категорию «не знаю», но давайте предположим, что вы заставляете меня делать наиболее вероятное предположение, которое я могу в таких случаях. К концу эксперимента я сделал две стопки, и вы просматриваете их, чтобы узнать, насколько я был точен.

Теперь статистика. Вы предполагаете, что довольно часто я угадывал бы правильно, даже гадая просто наобум. Но насколько часто? Если мое заявление, что я могу определить пол по почерку, не обосновано, моя доля догадок должна быть не больше, чем у подбрасывающего монету. Вопрос в том, достаточно ли отличаются мои фактические результаты от результатов подбрасывания монеты, чтобы быть впечатляющими. Вот как приступить к ответу на этот вопрос.

Представьте все возможные способы, которыми я мог бы предположить пол 20 писавших. Перечислите их в порядке величины произведенного на вас впечатления, начиная со всех 20 правильных и опускаясь до совершенно случайного (все 20 неправильных почти столь же впечатляющи, как и все 20 правильных, потому что это показывает, что я могу видеть различия, даже при том, что я своенравно меняю знак на обратный). Затем взгляните

на фактический результат моей сортировки, и подсчитайте процент от всех возможных сортировок, которые были бы столь же впечатляющи как фактическая, или больше. Вот как представить все возможные сортировки. Сначала обратите внимание, что есть только один способ быть 100-процентно правым и один способ быть 100-процентно неправым, но есть много способов быть правым на 50 процентов. Можно быть правым относительно первого листка, неправым относительно второго, неправым относительно третьего, правым относительно четвертого... Несколько меньше способов быть правым на 60 процентов. Еще меньше способов быть правым на 70 процентов, и так далее. Число способов сделать единственную ошибку настолько невелико, что мы можем выписать их все. Было 20 рукописей. Ошибка могла быть сделана на первой, или на второй, или на третьей... или на двадцатой. Таким образом, есть ровно 20 способов сделать одну ошибку. Более утомительно записать все способы сделать две ошибки, но мы достаточно легко можем вычислить, сколько их, и их 190. Еще труднее сосчитать способы совершить три ошибки, но вы можете убедиться, что это можно сделать. И так далее.

Предположим, в данном гипотетическом эксперименте, я на самом деле сделал две ошибки. Мы хотим знать, насколько хорош мой результат среди многообразия всех возможных результатов угадывания. То, что мы должны знать – это сколько возможных способов выбора столь же хороши, или лучше, чем моя двадцатка. Число столь же хороших, как мой результат – 190. Число лучших, чем мой результат – 20 (одна ошибка) плюс 1 (без ошибок). Поэтому общее число столь же хороших или лучших, чем мой результат – 211. Важно добавить способы оценивания лучшие, чем моя фактическая двадцатка, потому что они, в сущности, принадлежат к *petwhac*, наряду со 190 способами, столь же хорошими как мой.

Мы должны сравнить 211 с общим количеством способов, которыми эти 20 рукописей могли быть распределены с помощью подбрасывания монеты. Это нетрудно подсчитать. Первая рукопись могла принадлежать мальчику или девочке: есть два варианта. Вторая рукопись также могла принадлежать мальчику или девочке. Таким образом, на каждый из этих двух вариантов для первой рукописи было по два варианта для второй. Это  $2 \times 2 = 4$  варианта для первых двух рукописей. Вариантов для первых трех рукописей  $2 \times 2 \times 2 = 8$ . И возможных способов распределить все 20 рукописей –  $2 \times 2 \times 2 \dots 20$  раз, или 2 в 20 степени. Это довольно большое число, 1 048 576.

Итак, среди всех возможных способов предположить пол, доля раскладок, столь же хороших, или лучше, чем мой фактический результат, будет 211 разделенное на 1 048 576, что составляет приблизительно 0.0002, или 0.02 процента. Иными словами, если бы 10 000 человек сортировали рукописи, исключительно бросая монету, можно было бы ожидать, что лишь два из них достигли бы результата, столь же хорошего, как я. Это означает, что мой результат производит довольно большое впечатление, и, если бы я достиг такого, то это было бы убедительным доказательством, что мальчики и девочки систематически отличаются по почерку. Позвольте мне повторить, что все это гипотетически. Насколько я знаю, у меня нет такой способности определять пол по почерку. Я должен также добавить, что, даже если бы были убедительные доказательства различия полов в почерке, это ничего не говорило бы о том, является ли это различие врожденным или приобретенным. Доказательства, по крайней мере если бы они были получены из эксперимента, вроде только что описанного, одинаково согласовывались бы с идеей, что девочек систематически учат почерку, отличному от мальчиков – возможно, более «изысканному» и менее «напористому».

Мы только что выполнили то, что технически называют проверкой статистической значимости. Мы исходили из основных принципов, что сделало это довольно утомительным. Практически, исследователи могут пользоваться таблицами вероятностей и распределений, которые были предварительно рассчитаны. Поэтому мы не должны буквально записывать все возможные способы, которыми события могли произойти. Но базовая теория, основание, на котором были рассчитаны таблицы, зависит, в основном, от той же фундаментальной

процедуры. Возьмите события, которые могли иметь место, и запустите их многократно случайным образом. Посмотрите на фактический способ, которым событие произошло, и оцените, насколько он экстремален среди многообразия всех возможных способов, которыми оно могло быть запущено.

Обратите внимание, что проверка статистической значимости ничего не доказывает окончательно. Она не может исключить везение в качестве генератора результата, который мы наблюдаем. Лучшее, что она может сделать – это поставить наблюдаемый результат на равне с определенной степенью везения. В нашем отдельном гипотетическом примере, это равное положение – два из 10 000 случайных угадывателей. Когда мы говорим, что эффект статистически достоверен, мы должны всегда указывать так называемое р-значение. Это вероятность, что чисто случайный процесс произвел бы к результат, по крайней мере столь же впечатляющий как фактический результат. Р-значение 2 к 10 000 довольно впечатляюще, но тем не менее возможно, чтобы при этом не было никакой настоящей закономерности. Красота выполнения надлежащей статистической проверки состоит в том, что мы узнаем, насколько вероятно, что в данном случае нет никакой подлинной закономерности.

Обычно ученые позволяют себе поддаться влиянию р-значения 1 к 100, или даже столь высоким как 1 к 20: намного менее впечатляющему, чем 2 к 10 000. Р-значение, которое вы принимаете, зависит от того насколько важным является результат, и от того, какое решение может за этим последовать. Если все, что вы стараетесь решить – это стоит ли повторять эксперимент с большей выборкой, р-значение 0.05, или 1 к 20, вполне приемлемо. Даже при том, что есть 1 шанс из 20, что ваш интересный результат произошел как-нибудь случайно, не многое поставлено на карту: ошибка обойдется не дорого. Если решение – вопрос жизни и смерти, как при некоторых медицинских исследованиях, следует искать намного более низкое р-значение, чем 1 к 20. То же самое верно для экспериментов, имеющих целью продемонстрировать очень спорные результаты, вроде телепатии или «паранормального» воздействия.

Как мы вкратце выяснили в связи с фингерпринтингом ДНК, статистики отличают ложноположительные от ложноотрицательных ошибок, иногда называемые ошибками типа 1 и типа 2 соответственно<sup>10</sup>. Ошибка типа 2, или ложноотрицательная – это необнаружение эффекта, когда тот действительно есть. Ошибка типа 1, или ложноположительная, напротив – заключение, что действительно что-то имеет место, когда на самом деле нет ничего, кроме случайности. Р-значение – мера вероятности, что вы сделали ошибку типа 1. Статистическое суждение означает удержание среднего курса между двумя видами ошибки. Есть ошибка типа 3, при котором ваш разум полностью заходит в тупик всякий раз, когда вы стараетесь вспомнить, какой из типов 1, а какой 2. Я до сих пор подсматриваю это, после долгих лет использования. Поэтому там, где это имеет значение, я буду применять более легко запоминаемые названия, ложноположительный и ложноотрицательный. Я также, между прочим, часто делаю ошибки в арифметике. Практически мне нечего и мечтать о выполнении статистической проверки, начиная с основных принципов, как я сделал для гипотетического случая почерка. Я бы предпочел всегда искать в таблице, которую кто-то еще – желательно компьютер – рассчитал.

Суеверные голуби Скиннера делали ложноположительные ошибки. Не было фактически никакой системы, которая действительно связывала бы их действия с выдачами вознаграждающего механизма. Но они вели себя, как будто обнаружили такую закономерность. Один голубь «думал» (или вел себя, как будто думал), что отступая влево, он заставлял механизм выдавать вознаграждение. Другой «думал», что засовывание ее головы в угол имело тот же полезный эффект. Оба делали ложноположительные ошибки. Ложноотрицательную ошибку делал бы в коробке Скиннера голубь, который вовсе не замечал бы, что клевание ключа приносит пищу, если включен красный свет, но что

---

<sup>10</sup> В русских терминах математической статистики – Ошибки первого и второго рода (прим. верст.)

клевание при включенном синем свете наказывается выключением механизма на десять минут. Есть настоящая закономерность, ожидающая, когда ее обнаружат, в маленьком мире данной коробки Скиннера, но наш гипотетический голубь ее не обнаружил. Он клюет без разбора при любом свете, и поэтому получает вознаграждение реже, чем мог бы.

Ложноположительную ошибку совершает фермер, который думает, что жертвоприношение богам приносит долгожданный дождь. Фактически, я предполагаю (хотя я не исследовал вопрос экспериментально), что нет такой закономерности, но он не обнаруживает этого и упорствует в принесении своих бесполезных и разорительных жертв. Ложноотрицательную ошибку совершает фермер, который не замечает, что есть закономерность, связывающая удобрение поля навозом с последующей урожайностью этого поля. Хорошие фермеры лавируют промежуточным путем между ошибками типа 1 и типа 2.

Я утверждаю, что все животные, в большей или меньшей степени, ведут себя как интуитивные статистики, выбирая промежуточный курс между ошибками типа 1 и типа 2. Естественный отбор штрафует и ошибки типа 1, и ошибки типа 2, но штрафы не симметричны, и, без сомнения, варьируют в зависимости от различных образов жизни видов. Гусеница-сучок так похожа на ветку, на которой она сидит, что мы не сомневаемся, что естественный отбор придал ей форму, напоминающую ветки. Многие гусеницы погибли, чтобы произвести этот красивый результат. Они погибли, потому что недостаточно напоминали ветку. Птицы, или другие хищники, распознали их. Даже некоторые очень хорошие имитаторы веток, должно быть, были выявлены. Как еще естественный отбор продвигал эволюцию к высшей степени совершенства, которую мы видим? Но, в равной мере, птицы, должно быть, много раз не замечали гусениц, потому что те напоминали ветки, в некоторых случаях лишь слегка. Любое животное-добыча, как бы хорошо оно ни маскировалось, может быть обнаружено хищниками при идеальных условиях наблюдения. В равной мере, любое животное-добыча, как бы плохо оно ни маскировалось, может быть пропущено хищниками при плохих условиях наблюдения. Условия наблюдения могут изменяться в зависимости от угла (хищник может обнаружить хорошо замаскированное животное, глядя прямо на него, но не заметит плохо замаскированное видимое им краем глаза). Они могут изменяться в зависимости от интенсивности освещения (добыча может быть пропущена в сумерках, тогда как была бы замечена в полдень). Они могут изменяться с расстоянием (добыча, которая была бы замечена с шести дюймов, может быть пропущена с расстояния 100 ярдов).

Представьте себе птицу, летящую по лесу в поисках добычи. Ее окружают веточки, очень немногие из которых могли бы быть съедобными гусеницами. Проблема в выборе. Мы можем предположить, что птица могла бы гарантированно различить, была ли предполагаемая ветка на самом деле гусеницей, если бы приблизилась к ней по-настоящему близко и подвергла бы ее в течение минуты усиленному осмотру при хорошем свете. Но нет времени, чтобы проделать это со всеми ветками. Маленькие птицы с высоким метаболизмом должны находить пищу пугающе часто, чтобы остаться в живых. Любая птица, разглядывающая каждую отдельную ветку аналогом лупы, умрет от голода, прежде чем найдет свою первую гусеницу. Эффективный поиск требует более быстрого, более поверхностного и скоротечного осмотра, даже при том, что это несет риск не заметить некоторую пищу. Птица должна соблюдать баланс. Слишком поверхностно – и она никогда ничего не найдет. Слишком детально – и она обнаружит каждую гусеницу, на которую смотрит, но она проверит слишком немногих и будет голодать.

Легко выразить это на языке ошибок типа 1 и типа 2. Ложноотрицательную ошибку совершает птица, которая проносится над гусеницей, не взглянув на нее поближе. Ложноположительную совершает птица, которая сосредотачивается на предполагаемой гусенице, только чтобы обнаружить, что это на самом деле ветка. Штраф за ложноположительную ошибку – время и энергия, потраченные впустую при подлетах для близкого осмотра: не серьезный в каждом отдельном случае, но он может роковым образом накапливаться. Штраф за ложноотрицательную ошибку – незамеченная пища. Ни одна птица

за пределами Тучекукуйшины<sup>11</sup> не может надеяться быть свободной от ошибок типа 1 и типа 2. Каждая особь птицы будет запрограммирована естественным отбором проводить некоторую компромиссную политику, рассчитанную, чтобы достичь оптимального промежуточного уровня ложноположительных и ложноотрицательных ошибок. У некоторых птиц могут преобладать ошибки типа 1, у других – противоположные. Некоторое промежуточные настройки будут лучшими, и естественный отбор направит эволюцию в этом направлении.

То, какие промежуточные настройки являются лучшими, будет меняться от вида к виду. В нашем примере это будет также зависеть от условий в лесу, например, от величины популяции гусениц относительно количества веток. Эти условия могут изменяться от недели к неделе. Или они могут изменяться от леса к лесу. Птицы могут быть запрограммированы учиться регулировать свою политику в результате их статистического опыта. Учатся ли они или нет, успешные охотящиеся животные должны как правило вести себя, как если бы они были хорошими знатоками статистики. (Кстати, я надеюсь, что нет необходимости прибегать к обычным оговоркам: нет, нет, птицы сознательно не занимаются вычислениями с таблицами вероятности и калькулятором. Они ведут себя, как если бы рассчитали р-значения. Они не больше знают, что означает р-значение, чем вы знаете об уравнении параболической траектории, когда ловите крикетный шар или бейсбольный мяч в дальней части поля.)

Рыба удильщик пользуется доверчивостью маленькой рыбы, такой как бычок. Но это – недобросовестный, основанный на ценностных суждениях способ выразить проблему. Было бы лучше не говорить о доверчивости, а сказать, что они используют неизбежные трудности, которые некоторые рыбы испытывают при удержании курса между ошибками типа 1 и типа 2. Маленькой рыбе самой нужно есть. То, что они едят, различается, но часто включает маленькие извивающиеся объекты, вроде червей или креветок. Их глаза и нервные системы настроены на извивающиеся предметы. Они ищут извивающиеся движения и, если видят их, набрасываются. Рыба удильщик использует эту склонность. У нее длинная удочка, эволюционировавшая из видоизмененного позвонка, реквизированного естественным отбором из его первоначального местоположения впереди спинного плавника. Сама рыба удильщик хорошо замаскирована и порой часами сидит неподвижно на морском дне, совершенно сливаясь с водорослями и скалами. Единственная ее заметная часть – это «приманка», похожая на червя, креветку или маленькую рыбу, на конце ее удочки. У некоторых глубоководных видов приманка даже люминесцентная. В любом случае, она, похоже, извивается как нечто заслуживающее быть съеденным, когда удильщик качает своей удочкой. Возможная рыба-жертва, скажем, бычок приманивается. Удильщик некоторое время «играет» со своей добычей, чтобы привлечь ее внимание, затем опускает наживку во все еще не вызывающую подозрений зону перед своим собственным невидимым ртом, и маленькая рыба часто следует за ней. Внезапно этот огромный рот перестает быть невидимым. Он полностью разевается, яростно втягивает воду, засасывая каждый проплывающий поблизости объект, и червь, за которым гонится маленькая рыба, становится для нее последним.

С точки зрения ловимого бычка, любого червя можно пропустить или увидеть. Как только «червь» был обнаружен, он может оказаться или реальным червем, или приманкой рыбы удильщика, и несчастная рыба сталкивается с дилеммой. Ложноотрицательная ошибка состояла бы в том, чтобы воздержаться от нападения на вполне хорошего червя, из страха, что это может быть приманка рыбы удильщика. Ложноположительная ошибка состояла бы в том, чтобы напасть на червя, только чтобы обнаруживать, что это действительно приманка. Еще раз, в реальном мире невозможно все время правильно распознавать. Слишком

---

<sup>11</sup> Птичий город Тучекукуйшина (или Тучекукуевск, др. – греч. Νεφέλοκοκκυία) из комедии древнегреческого комедиографа Аристофана. ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Птицы\\_\(комедия\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Птицы_(комедия))) (прим. верст.)

нерасположенная к риску рыба будет голодать, потому что никогда не нападает на червей. Слишком безрассудная рыба не будет голодать, но она может быть съедена. Оптимум в данном случае может не лежать посередине. Более удивительно, что оптимум может быть одной из крайностей. Возможно, чтобы рыбы удильщики были достаточно редки, чтобы естественный отбор благоприятствовал экстремальной стратегии нападения на всех наблюдаемых червей. Мне нравится ремарка философа и психолога Уильяма Джеймса по поводу человеческой рыбной ловли:

Есть больше червей, ненасаженных на крючок, чем проткнутых им; поэтому, в общем и целом, говорит Природа своим детям-рыбам, клюйте на любого червя и пытайте свое счастье.

*(1910)*

Как все другие животные, и даже растения, люди могут и должны вести себя как интуитивные статистики. Отличие от нас в том, что мы можем сделать наши вычисления дважды. В первый раз интуитивно, как если бы мы были птицами или рыбами. И потом в явной форме, с карандашом и бумагой или компьютером. Подмывает сказать, что способ карандаша и бумаги дает правильный ответ, если мы не делаем какой-то заметной всем грубой ошибки, как сложение дат, тогда как интуитивный способ может давать неверный ответ. Но, строго говоря, нет никакого «правильного» ответа, даже в случае карандашно-бумажной статистики. Может быть, правильный способ решить задачу – вычислить  $p$ -значение, но критерий или пороговая величина  $p$ -значения, которую мы требуем, прежде чем мы выберем определенное действие, все же является нашим решением, и она зависит от нашего неприятия риска. Если штраф за ложноположительную ошибку намного больше, чем штраф за ложноотрицательную, мы должны принять осторожную, консервативную пороговую величину; почти никогда не пытаться попробовать «червя» из страха последствий. Напротив, если асимметрия риска противоположна, мы должны действовать стремительно и попробовать любого попавшегося «червя»: вряд ли стоит воздерживаться от того, чтобы отведать неправильного червя, поэтому мы вполне можем попробовать.

Взяв на вооружение необходимость держаться между ложноположительными и ложноотрицательными ошибками, позвольте мне вернуться к необыкновенному совпадению и вычислению вероятности того, что оно произошло бы так или иначе. Если мне снится давно забытый друг, который умирает той же ночью, я склонен, как и любой другой, видеть в этом совпадении смысл или закономерность. Я действительно должен прилагать усилия, чтобы помнить, что довольно много людей умирает каждую ночь, масса людей видит сны каждую ночь, весьма часто им снится, что люди умирают, и совпадения вроде этого, вероятно, случаются с несколькими сотнями человек в мире каждую ночь. Даже когда я думаю об этом, моя собственная интуиция кричит, что должен быть смысл в совпадении, потому что это случилось со мной. Если верно, что интуиция, в данном случае, делает ложноположительную ошибку, мы должны придумать удовлетворительное объяснение того, почему человеческая интуиция допускает ошибку в этом направлении. Как Дарвинисты, мы должны осознавать возможные давления отбора склоняющие к совершению ошибки на стороне типа 1 или на стороне типа 2.

Как дарвинист, я хочу предположить, что наша готовность поражаться с виду необъяснимому совпадению (которая является примером нашей готовности видеть закономерность там, где ее нет) связана с типичным размером популяции наших предков и относительной бедностью их каждодневного опыта. Антропология, ископаемые свидетельства и исследования других обезьян подсказывают, что наши предки в течение большей части нескольких миллионов прошлых лет, вероятно, жили или маленькими бродячими группами, или в маленьких деревнях. Каждый из них думал, что число друзей и знакомых, с которыми наши предки обычно сколь-нибудь часто встречались и разговаривали, не больше, чем несколько десятков. Обитатель доисторической деревни мог



ожидать услышать истории потрясающих совпадений соотносимое с этим небольшим количеством знакомых. Если бы совпадение случилось с кем-то не в его деревне, то историю он бы не услышал. Таким образом, наш мозг оказался откалиброван обнаруживать систему и ахать от удивления при уровне совпадений, который фактически был бы весьма скромным, если бы наша область охвата друзей и знакомых была больше.

В настоящее время наша область охвата велика, особенно из-за газет, радио и других средств распространения массовой информации. Я уже приводил этот аргумент. Лучшие леденящие душу совпадения и в большем количестве имеют возможность циркулировать в форме сногшибательных историй по намного более широкой аудитории, чем было когда-либо возможно в прадедовские времена. Но, как я теперь догадываюсь, наш мозг калиброван предковым естественным отбором, чтобы ожидать намного более скромный уровень совпадений, откалиброванных в условиях маленькой деревни. Поэтому нас поражают совпадения, из-за неправильной калибровки порога удивления. Наши субъективные *petwhas* были калиброваны естественным отбором в маленьких деревнях, и, как это бывает во многих случаях в современной жизни, калибровка теперь устарела. Подобный аргумент можно использовать для объяснения, почему мы так истерично избегаем рисков, о которых во множестве извещают газеты – возможно, заботливые родители, которые воображают, что ненасытные педофилы скрываются за каждым фонарным столбом по дороге их детей из школы, «неправильно калиброваны».

Я предполагаю, что может быть другой, особый эффект, толкающий в том же направлении. Я подозреваю, что наши индивидуальные жизни при современных условиях более богаты событиями за один час, чем жизни предков. Мы не просто встаем утром, зарабатываем на жизнь тем же способом, что и вчера, едим раз-другой и снова засыпаем. Мы читаем книги и журналы, мы смотрим телевизор, мы путешествуем с высокой скоростью в новые места, мы проходим мимо тысяч людей на улице, идя на работу. Количество лиц, которые мы видим, количество различных ситуаций, которым мы подвергаемся, количество отдельных историй, которые с нами случаются, намного больше, чем у наших деревенских предков. Это означает, что число *возможностей* для совпадений больше для каждого нас, чем это было для наших предков, и, следовательно, больше, чем та оценка, на которую откалиброваны наши мозги. Это оказывает дополнительное влияние, помимо влияния размера популяции, которое я уже отмечал.

Относительно обоих этих влияний, теоретически возможно для нас перекалибровать себя, учиться настраивать наш порог удивления до уровня, более соответствующего современным популяциям и богатству современного опыта. Но это, похоже, наглядно представляет трудность даже для искушенных ученых и математиков. Факт, что мы все еще ахаем от удивления, что ясновидцы, медиумы, экстрасенсы и астрологи ухитряются на нас заработать, предполагает, что мы, в общем и целом, не научились перекалибровываться. Он предполагает, что участки нашего мозга, ответственные за выполнение интуитивной статистики, все еще остаются в каменном веке.

То же самое может быть верно для интуиции вообще. В «Неестественной природе науки» (1992) выдающийся эмбриолог Льюис Уолперт утверждал, что наука трудна, потому что она более или менее систематически противointуитивна. Это противоположно точке зрения Т.Г.Хаксли (бульдога Дарвина), который представлял себе науку как «всего лишь обученный и организованный здравый смысл, которая отличается от последнего только как ветеран может отличаться от новобранца». Для Хаксли методы науки «отличаются от методов здравого смысла только как удар и выпад гвардейца отличается от стиля дикаря, орудующего дубиной». Уолперт утверждает, что наука очень парадоксальна и удивительна, оскорбляет здравый смысл, а не расширяет его, и он приводит веские доводы. Например, каждый раз, когда вы пьете стакан воды, вы впитываете по крайней мере одну молекулу, которая прошла через мочевой пузырь Оливера Кромвеля. Это следует из экстраполяции наблюдений Уолперта, что «есть намного больше молекул в стакане воды, чем стаканов воды в море». Закон Ньютона, что тела продолжают движение, если их принудительно не

останавливать, является контринтуитивным. А также открытие Галилео, что, когда нет сопротивления воздуха, легкие тела падают с той же скоростью, что и тяжелые. А также факт, что твердые вещества, даже твердый алмаз, состоят почти полностью из пустоты. Стивен Пинкер приводит проливающую свет на эволюционное происхождение нашей интуиции в отношении физики дискуссию в «Как работает разум» (1998).

Значительно труднее выводы квантовой теории, всецело подтвержденные экспериментальными доказательствами до ошеломляюще убедительного количества десятичных знаков, однако настолько чуждые эволюционировавшему человеческому разуму, что даже профессиональные физики не понимают их своим интуитивным мышлением. Похоже, не только наша интуитивная статистика, но даже сам наш разум остался в каменном веке.

## 8. Полный туман как символ высокой романтики

*Позолотить червонец золотой,  
И навести на лилию белила,  
И лоск на лед, и надушить фиалку,  
И радуге прибавить лишний цвет,  
И пламенем свечи усилить пламя  
Небесного сияющего ока -  
Напрасный труд, излишество пустое.*

**Уильям Шекспир. Король Иоанн АКТ IV СЦЕНА 2 (Перевод Н. РЫКОВОЙ)**

Центральный посыл этой книги, что наука, в своих лучших проявлениях, должна оставлять место для поэзии. Ей следует отмечать полезные аналогии и метафоры, которые стимулируют воображение, вызывают в сознании образы и намеки, которые выходят за рамки потребностей простого понимания. Но есть и плохая поэзия, а также хорошая, и плохая поэтичная наука может повести воображение по ложным тропам. Опасность этого является предметом данной главы. Под плохой поэтической наукой я имею в виду не некомпетентное или бездарное писательство. Я говорю о почти противоположном: о силе поэтических образов и метафоры, вдохновляющих плохую науку, и особенно, когда поэзия хороша, поскольку это придает ей большую способность вводить в заблуждение.

Плохая поэзия в форме чрезмерного потакания поэтической аллегории, или раздувание случайных и бессмысленных подобий в огромные туманные символы высокой романтики (фраза Китса), скрывается за многими магическими и религиозными обычаями. Сэр Джеймс Фрэйзер, в «Золотой Ветви» (1922), выявляет главную категорию волшебства, которую он называет гомеопатическим или подражательным волшебством. Подражание различается от буквального до символического. Члены борнейского племени Даяков из Саравака съедают руки и колени убитого, чтобы упрочить свои собственные руки и укрепить свои собственные колени. Плохая поэтическая идея здесь состоит в том, что есть некая сущность руки или сущность колена, которая может быть передана от человека человеку. Фрэйзер отмечает, что перед испанским завоеванием ацтеки Мексики полагали, что

освящая хлеб, их священники могли превратить его в само тело своего бога, так, чтобы все, кто вслед за этим вкусил освященный хлеб, вступили в мистическую общность с божеством, вобрав в себя часть его божественной субстанции. Учение о пресуществлении, или магическом преобразовании хлеба в плоть, было также знакомо арийцам древней Индии задолго до распространения и даже возникновения христианства.

Фрэйзер позже обобщает тему:

теперь нетрудно понять, почему дикарь должен желать вкусить плоть животного или человека, которого они считают божественным. Съедая тело бога, он разделяет атрибуты бога, и когда он – бог виноградной лозы, сок винограда – его кровь; и поэтому, при потреблении хлеба и при питье вина поклоняющийся вкушает тело и кровь своего бога. Таким образом питье вина в обрядах бога виноградной лозы Диониса не является актом кутежа, это – торжественное причастие.

Во всем мире обряды основаны на навязчивой идее о вещах, *представляющих* другие вещи, которые они немного напоминают, или похожи в одном отношении. Размолотый в порошок рог носорога, с трагическими последствиями, считается афродизиак, по-видимому, лишь по той причине, рог имеет внешнее сходство с пенисом в состоянии эрекции. В качестве другого примера распространенной практики профессиональные вызыватели дождя часто имитируют гром или молнию, или устраивают миниатюрную «гомеопатическую дозу» дождя, разбрызгивая воду намоченным пучком прутьев. Такие ритуалы могут стать замысловатыми и стоить большого количества времени и усилий.

В племени Диери в центральной Австралии колдуны, вызывающие дождь, символические *представители* богов предков, собирали кровь (капли крови олицетворяли желанный дождь) в большое отверстие внутри хижины, специально построенной для этой цели. Два камня, предназначенные *обозначать* облака и предвещать дождь, затем переносились двумя колдунами на расстояние приблизительно в 10 или 15 миль, где они помещались на высоком дереве, чтобы *символизировать* высоту облаков. Тем временем, в хижине мужчины племени низко наклонялись и, не используя рук, бросались на стены и пробивали себе путь головами. Они продолжали ударять головой назад и вперед, пока не разрушали хижину. Пробивание стен головами символизировало проникновение через облака, и, по их мнению, выпускало дождь из реальных облаков. В качестве дополнительной предосторожности, Великий Совет Диери также держит в постоянной готовности запас крайней плоти мальчиков, из-за их гомеопатической способности вызывать дождь (разве пенисы не «изливают дождь» мочи – несомненно убедительное доказательство их силы?).

Другая гомеопатическая тема – «козел отпущения» (так называется, потому что частная еврейская версия обряда предусматривала козла), в котором выбиралась жертва, чтобы воплотить, обозначить или вобрать все грехи и неудачи деревни. Козла отпущения затем изгоняли, а в некоторых случаях убивали, и они уносили зло людей вместе с ним. Среди людей Гаро Ассама, у предгорий восточных Гималаев, лангура<sup>12</sup> (или иногда бамбуковую крысу) обычно отлавливали и заводили в каждый дом в деревне, чтобы тот вобрал в себя злых духов, а затем распинали на бамбуковых стволах. По словам Фрэзера, обезьяна –

общий козел отпущения, который своими искупительными страданиями и смертью освобождает людей от всех болезней и неудач в наступающем году.

Во многих культурах козлом отпущения служит человеческая жертва, и часто она отождествляется с богом. Символическое понятие «смывания» грехов водой является еще одной распространенной темой, иногда в сочетании с идеей козла отпущения. В одном Новозеландском племени

над человеком производили ритуал в котором ему передавались, как предполагалось, все грехи племени, к нему предвательно привязывали стебель папоротника, с которым он прыгал в реку и там отвязывал, позволяя стеблю уплывать к морю, унося их грехи.

---

<sup>12</sup> род обезьян из семейства Мартышковые. (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Лангуры>) (прим. верст.)

Фрейзер также сообщает, что вода использовалась раджей Манипура как транспортное средство, чтобы передавать его грехи козлу отпущения выбранному из людей, который лежал под помостом, на котором раджа принимал ванну, и стекающие капли воды (и смытые грехи) оставались на козле отпущения.

Снисходительное превозношение над «примитивными» культурами не достойно восхищения, поэтому я тщательно выбрал примеры, чтобы напомнить, что и менее удаленные виды богословия не избавлены от гомеопатической или подражательной магии. Водой при крещении смывают грехи. Сам Иисус замещает человечество (в некоторых версиях через символическое участие Адама) в его распятии на кресте, которое гомеопатическим образом искупает наши грехи. Целые школы Мариологии<sup>13</sup> видят символическую силу в «женском начале».

Просвещенные богословы, которые не верят буквально в непорочное зачатие, чудесное шестидневное творение, пресуществление или пасхальное воскресение, тем не менее любят придумывать, что эти события могут означать символически. Это – как если бы модель двойной спирали ДНК была бы в один день опровергнута, но ученые, вместо того, чтобы признать, что они просто ошиблись, отчаянно разыскивали бы символическое значение такое глубокое, чтобы оно смогло избежать простого фактического опровержения. «Конечно», – говорили бы они, – «мы больше не верим буквально в двойную спираль. Она действительно была грубым упрощением. Это была история, которая была правильной для своего времени, но теперь мы пошли дальше. Сегодня двойная спираль для нас имеет новый смысл. Совместимость гуанина с цитозином, соответствие аденина с тиминном, как перчатки с рукой, и особенно хорошо знакомое круговое переплетение левой спирали вокруг правой, все говорит нам о любящих, заботливых, лелеяющих отношениях...» Я был бы удивлен, если бы такое случилось, и не только потому, что модель двойной спирали сейчас вряд ли может быть опровергнута. Но в науке, как в любой другой области, действительно есть опасность быть одурманенным символизмом, бессмысленными аналогиями, и быть увлеченным все дальше и дальше от истины, а не к ней. Стивен Пинкер сообщает, что обеспокоен корреспондентами, которые обнаружили, что все во вселенной существует в тройках:

Отец, Сын, и Святой дух; протоны, нейтроны и электроны; мужской, женский и средний; Хьюи, Дьюи и Луи; и так далее, страница за страницей.

*«Как работает разум» (1998)*

Чуть более серьезно, сэр Питер Медавар, выдающийся британский зоолог и эрудит, которого я цитировал ранее, изобрел

великий новый универсальный принцип комплементарности (не Бора), согласно которому есть существенное внутреннее сходство в отношениях, которые содержатся между антигеном и антителом, мужчиной и женщиной, электроположительным и электроотрицательным, тезисом и антитезисом, и так далее. Эти пары схожи тем, что у них действительно есть определенные соответствующие противоположности, но это все, что у них есть общего. Сходство между ними не является таксономическим ключом к другой, более глубокой взаимосвязи, и наше признание ее существования означает конец, а не начало цепочки мыслей

*«Республика Плутона» (1982).*

Хотя я цитирую Питера Медавара в контексте опьянения от символизма, я не могу

---

<sup>13</sup> наука о Деве Марии в православном, католическом и протестантском богословии. (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Мариология>) (прим. верст.)

устоять от упоминания его разгромного обзора «Феномена человека» (1959), в котором Тейяр де Шарден «прибегает к той полупьяной эвфемистической поэзии в прозе, которая является одним из наиболее утомительных проявлений французского духа». Эта книга для Медавара (и теперь для меня, хотя я, признаюсь, был очарован, когда прочитал ее, будучи сверхромантичным студентом), квинтэссенция плохой поэтической науки. Одной из тем, которые затрагивает Тейяр, является эволюция сознания, и Медавар цитирует его следующим образом, снова в «Республике Плутона»:

К концу третичного периода психическая температура в клеточном мире росла в течение более чем 500 миллионов лет... Когда антропоид, так сказать, был доведен «ментально» до точки кипения, было добавлено немного дополнительных калорий... Большого количества не требовалось для того чтобы расстроилось все внутреннее равновесие... Благодаря крошечному «тангенциальному» возрастанию, «радиальное» развернулось в обратную сторону и, так сказать, сделало бесконечный шаг вперед. Внешне, почти ничего в органах не изменилось. Но в глубине произошел большой переворот, сознание теперь прыгало и кипело в пространстве сверхчувственных отношений и отображений...

Медавар сухо комментирует:

по аналогии, это должно быть объяснено испарением воды, когда та доведена до точки кипения, и образ горячего пара остается, когда все остальное забыто.

Медавар также обращает внимание на пресловутую любовь мистиков к «энергии» и «вибрации», техническим терминам, злоупотребление которыми призвано создавать иллюзию научного содержания, там где нет вообще никакого содержания. Астрологи также, думают, что каждая планета источает свою собственную, качественно отличную «энергию», которая затрагивает человеческую жизнь и имеет сродство с какой-то человеческой эмоцией; любовью в случае Венеры, агрессией для Марса, интеллектом для Меркурия. Эти планетарные качества основаны – а как же! – на характерах римских богов, в честь которых названы планеты. В стиле, напоминающем призывателей дождя аборигенов, зодиакальные знаки, кроме того, отождествляются с четырьмя алхимическими «элементами»: землей, воздухом, огнем и водой. Люди, родившиеся под земными знаками, такими как Телец, если процитировать астрологическую страницу, выбранную наугад из всемирной сети,

надежны, являются реалистами, приземленны... Люди с водой в знаке являются сочувствующими, сострадающими, заботливыми, чувствительными, экстрасенсорными, таинственными и обладают интуитивным восприятием... Те, у кого воды нет, могут быть неприятными и холодными.

Рыбы – водный знак (интересно, почему), и элемент воды «представляет энергию бессознательной энергии и силы, мотивирующую нас...»

Хотя книга Тейяра заявляется как научная работа, ее психическая «температура» и «калории» кажутся примерно так же бессмысленными, как астрологические планетарные энергии. Метафорические словоупотребления не соответствуют своим аналогам в реальном мире. Либо нет вообще никакого подобия, либо это подобие препятствует пониманию, а не способствует ему.

Со всей этой негативностью мы не должны забывать, что именно использование символической интуиции раскрывает подлинные образцы подобия, что приводит ученых к их самым большим открытиям. Томас Гоббс зашел слишком далеко, когда сделал вывод в главе 5 «Левиафана» (1651), что

аргумент есть шаг, рост науки – путь, а благо человечества – цель.

И, напротив, метафоры, бессмыслицы и неоднозначные слова похожи на

несбыточные надежды, рассуждения о них – на блуждание среди бесчисленных нелепостей, и их результатов, раздоров, мятежей или презрений.

Мастерство владения метафорами и символами является одним из признаков научного гения.

Литературовед, богослов и детский писатель К.С. Льюис, в эссе 1959 года, провел различие между авторитетной поэзией (в которой ученые, скажем, используют метафорический и поэтический язык, чтобы объяснить остальным что-то, что они уже понимают), и ученической поэзией (в которой ученые используют поэтические образы, чтобы помочь себе в своих собственных взглядах). Важны оба, но здесь я подчеркиваю второе использование. Открытые Майклом Фарадеем магнитные «силовые линии», которые мы можем представить состоящими из упругого материала в натянутом состоянии, стремящимися выпустить свою энергию (в смысле, строго определенном физиками), были жизненно важны для его собственного понимания электромагнетизма. Я уже использовал поэтический образ неодушевленных тел у физика – скажем, электронов или световых волн – стремящихся минимизировать свое время прохождения пути. Это простой способ получить правильный ответ, и удивительно то, как далеко он может зайти. Я когда-то слышал, что Жак Моно, великий французский молекулярный биолог, говорил, что приобрел химическую интуицию, представляя, как бы это ощущалось – быть электроном в определенном молекулярном соединении. Немецкий химик-органик Кекуле рассказывал, что ему приснилось бензольное кольцо в форме змеи, пожирающий свой хвост. Эйнштейн всегда воображал: его экстраординарный ум, ведомый поэтическими мысленными экспериментами через моря мысли, более странных, чем у Ньютона.

Но эта глава о плохой поэтической науке, и мы приводим негативный пример, присланный мне корреспондентом:

Я полагаю, что наша космическая среда оказывает огромное влияние на ход эволюции. Как еще мы можем объяснить спиральную структуру ДНК, которая может быть таковой или из-за спиральной траектории поступающего солнечного излучения, или пути Земли, вращающейся вокруг Солнца, который вследствие того, что его магнитная ось наклонена на  $23.5^\circ$  от перпендикуляра, является спиральным, отсюда солнцестояния и равноденствия?

Реально не существует ни малейшей связи между спиральной структурой ДНК и спиральным путем излучения или орбиты планеты. Ассоциация является поверхностной и бессмысленной. Ни одна из этих трех не помогает нашему пониманию любых других. Автор опьянен метафорой, очарован идеей спирали, которая вводит его в заблуждение о существовании связи, что не проливает никакого света на истину. Называть это поэтической наукой слишком благосклонно: это больше походит на богословскую науку.

Недавно в поступающей мне почте было зарегистрировано резкое повышение средней нагрузки «теорией хаоса», «теорией сложности», «нелинейной критичностью» и подобными фразами. Не поймите неправильно, я не говорю, что у этих корреспондентов отсутствует малейшее понятие о чем они говорят. Но я скажу, что трудно определить, действительно ли это так. Культы нового века всех видов купаются в бутафорском научном языке, бездумно повторяемом, наполовину понятом (нет, меньше, чем наполовину) жаргоне: энергетические поля, вибрация, теория хаоса, теория катастроф, квантовое сознание. Майкл Шермер, в «Почему Люди Верят В Странные Вещи» (1997), цитирует типичный пример:

Эта планета дремала на протяжении эонов, и с зарождением более высоких частот энергий собирается проснуться с точки зрения сознания и духовности. Мастера ограничений и мастера гаданий используют те же творческие силы, чтобы показать свою реальность, однако одни движутся по нисходящей спирали, а вторые по восходящей, каждый повышая резонансные колебания, присущие им.

Квантовая неопределенность и теория хаоса имели плачевные воздействия на массовую культуру, к большой досаде подлинно увлеченных. И та и другая регулярно эксплуатируются теми, кто склонен к злоупотреблению наукой и воровстве её чуда. Они варьируются от профессиональных шарлатанов до безумных Нью-Эйдж<sup>14</sup>. В америке индустрия «целительства» в духе «помоги себе сам» приносит миллионы – и она не отстает в использовании знаменитого таланта квантовой теории приводить в замешательство. Это было задокументировано американским физиком Виктором Штенгером, автором отличной «Физика и Экстрасенсы» (1990). Один богатый целитель написал ряд бестселлеров о том, что он называет «квантовым исцелением». В другой книге, имеющейся у меня, есть разделы по квантовой психологии, квантовой ответственности, квантовой этике, квантовой эстетике, квантовом бессмертии и квантовом богословии. Можно почувствовать слегка разочарованным тем, что нет «квантовой заботы», но, возможно, я ее упустил. Мой следующий пример собирает много плохой поэтической науки в небольшое пространство. Он взят с рекламной обложки книги;

Виртуозное описание эволюционирующей, музыкальной, лелеющей и  
чрезвычайно заботливой вселенной.

Даже если «заботливой» не было мягким клише, вселенная не из тех объектов, к которым осмысленно может быть применено слово «заботливая». (Я понимаю, что уязвим для критики в том, что ген не тот объект, к которому применимо слово «эгоистичный». Но я бросаю решительный вызов любому, кто не отзовет этот протест, после прочтения самой книги «Эгоистичный Ген», а не только его названия.) Можно оправдать применение слова «эволюционирующая» ко Вселенной, но, как мы увидим, лучше его не применять. «Музыкальная», по-видимому – намек на Пифагорейскую «музыку сфер», часть поэтической науки, которая, возможно, не была плоха первоначально, но из которой мы должны были вырасти к настоящему времени, у «лелеющей» есть запах одной из самых позорных школ плохой поэтической науки, вдохновленной ложно понятой разновидностью феминизма. Вот другой пример. Нескольким ученым составителем антологии в 1997 году предложено, прислать по одному вопросу, на который они больше всего хотели услышать ответ. Большинство вопросов было интересными и стимулирующими, но следующая запись от одного мужчины была настолько абсурдной, что я могу только упрекнуть его в заискивании перед феминистскими задирами;

Что произойдет, когда мужчина, представитель научной, иерархической,  
ориентированной на контроль западной культуры, доминировавшей в западном  
мышлении, интегрируется с рождающимся женским, духовным, голографическим,  
ориентированным на отношения, восточным сознанием?

Он имел в виду «голографическим» или «холистическим»? Возможно, и то и другое. Кого это волнует, пока оно звучит хорошо? Смысл – это не то, ради чего все это.

Историк и научный философ Noretta Koertge, в своем эссе 1995 года в «Skeptical Inquirer», точно указывает на опасности своего рода извращенного феминизма, который может иметь пагубное влияние на женское образование:

Вместо того, чтобы призвать молодых женщин готовиться ко множеству  
технических предметов, изучая научную логику и математику, изучающим

---

<sup>14</sup> религии «нового века» – общее название совокупности различных мистических течений и движений, в основном оккультного, эзотерического и синкретического характера. ([http://ru.wikipedia.org/wiki/Нью\\_Эйдж](http://ru.wikipedia.org/wiki/Нью_Эйдж)) (прим. верст.)

феминизм студенткам теперь преподают, что логика – инструмент доминирования..., стандартные нормы и методы научных изысканий – женофобские, потому что они несовместимы с «женскими способами познания». Авторы завоевавшей награду книги с таким названием сообщают, что большинство опрошенных женщин попали в категорию «субъективные знатоки», характеризуемую «страстным неприятием науки и ученых». Эти женщины-«субъективистки» видят методы логики, анализа и абстракции, как «чуждую территорию, принадлежащую мужчинам» и «расценивают интуицию в качестве более безопасного и более плодотворного подхода к истине».

Можно было бы предположить, что каким бы сумасшедшим он ни был, такой тип мышления, по крайней мере, будет нежным и, ну, «лелеющим». Но зачастую все наоборот. Время от времени он принимает уродливый, грозный характер, мужской в худшем смысле. Барбара Эхренreich и Джанет Макинтош, в своей статье 1997 года о «Новом Креационизме» в «Nation», рассказывают, как социального психолога по имени Феба Элсуорт затравили на междисциплинарном семинаре по эмоциям. Хотя она и лезла из кожи вон, чтобы упредить критику, в один момент она неосмотрительно упомянула слово «эксперимент». Немедленно, «взлетели руки». Члены аудитории указали, что экспериментальный метод – порождение белых викторианских мужчин. Предлагая примирение в течение времени, которое показалось бы для меня почти сверхчеловеческим, Элсуорт согласилась, что белые мужчины внесли свою лепту вреда в мире, но отметила, что тем не менее их усилия привели к открытию ДНК. Это вызвало недоверчивое (и невероятное) возражение: «Вы верите в ДНК?» К счастью, есть еще много умных молодых женщин, готовых строить научную карьеру, и я хотел бы отдать должное их мужеству, несмотря на грубую травлю подобного рода.

Конечно, в некоторой форме феминистское влияние в науке замечательно и запоздало. Ни один действующий из лучших побуждений человек не может выступить против кампаний, улучшающих положение женщин в науке. Действительно ужасно (как и крайне печально), что Розалинд Франклин, чей рентгеновский снимок дифракции кристаллов ДНК имел решающее значение для успеха Уотсона и Крика, не допускалась в общее помещение ее собственного учреждения и, таким образом, отстранена от участия в том (и от научения из того), что, возможно, было ключевым научным общением. Также может быть верно, что женщины, как правило, могут внести точку зрения в научные дебаты, которую мужчины, как правило, не могут. Но «как правило» – это не то же самое, что «повсюду, и научные истины, которые, в конечном счете, обнаруживают мужчины и женщины (хотя могут быть статистические различия в том, к каким видам исследований, они тяготеют), будут приняты одинаково разумными людьми обоих полов, лишь бы только они были четко установлены представителями любого пола.» И нет, разум и логика не являются мужскими инструментами угнетения. Предположить, что они являются таковыми – оскорбление женщин, как сказал Стивен Пинкер:

«Среди заявлений „феминисток различий“ имеются такие, что женщины, мол, не прибегают к абстрактному линейному рассуждению, что они не рассматривают идеи со скептицизмом или не оценивают их в строгих дебатах, что они не аргументируют от общих нравственных принципов, и другие оскорбления.»

*«Как работает мышление» (1998)*

Самым смешным примером феминистской плохой науки может быть описание Сандрой Хардинг «Принципов» Ньютона как «руководства к изнасилованию». Что меня поражает в этом суждении – это в меньшей степени его заносчивость, а в большей его ограниченный американский шовинизм. Как смеет она поднять свою узкую современную североамериканскую политику выше неизменных законов вселенной и одного из самых великих мыслителей всех времен (которому по стечению обстоятельств довелось родиться



мужчиной, и довольно неприятным)? Пол Гросс и Норман Левитт обсуждают этот и подобные примеры в своей замечательной книге «Высшее Суеверие» (1994), оставляя последнее слово философу Маргарите Левин:

... большинство феминистических научных трудов состоит из дико непомерного восхваления других феминисток, «блестящий анализ А» дополняет «революционный прорыв Б» и «смелое начинание С.» Больше смущает склонность многих феминисток наиболее восторженно и всесторонне расхваливать себя. Хардинг завершает свою книгу следующим самопоздравительным замечанием: «Когда мы начали теоретически оценивать наш опыт... мы знали, что наша задача будет трудной, хотя и волнующей. Но я сомневаюсь, что в наших самых диких мечтах мы когда-либо предполагали, что должны будем повторно изобрести и науку, и само теоретизирование, чтобы понять социальный опыт женщины.» Эта мания величия была бы возмутительной у Ньютона или Дарвина: в современном контексте это просто стыдно.

В остальной части этой главы я разберусь с различными примерами плохой поэтической науки, взятыми из моей собственной области науки, эволюционной теории. Первое, что не все сочтут плохой наукой и что может отстаиваться – это концепция Герберта Спенсера, Джулиана Хаксли и др. (в том числе Тейяра де Шарден) общего закона прогрессивной эволюции, работающего на всех уровнях природы, а не только на биологическом уровне. Современные биологи используют слово эволюция, подразумевая довольно четкий определенный процесс систематического изменения в частотах генов в популяциях, наряду с результирующими изменениями того как выглядят животные и растения по мере смены поколений. Герберт Спенсер, который, справедливости ради надо сказать, был первым, кто использовал слово эволюция в техническом смысле, хотел рассматривать биологическую эволюцию только как частный случай. Эволюция, по его словам, гораздо более общий процесс, с общими законами на всех ее уровнях. Другими проявлениями этого же общего закона эволюции было развитие особи (переход от оплодотворенной яйцеклетки через плод во взрослое состояние) – развитие космоса, звезд и планет из более простых начал, а также прогрессивные изменения, за историческое время, в социальных процессах, таких как искусство, технология и язык.

Есть хорошее и плохое в поэзии всеобщего эволюционизма. В конечном счете, я думаю, она вызывает больше недоразумений, чем прояснения, но, конечно, есть и то и другое. Аналогия между эмбриональным развитием и эволюцией видов искусно использовалось Дж. Б.С.Холдэйном, этим вспыльчивым гением, чтобы прояснить позицию в споре. Когда скептик эволюции засомневался, что что-либо столь сложное как человек может возникнуть из одноклеточного начала, Холдейн не задумываясь заметил, что сам скептик сделал именно это, и весь процесс занял всего девять месяцев. Риторическое замечание Холдена не преуменьшается фактом, который, конечно, он отлично знал, что развитие не то же самое, что эволюция. Развитие – изменение в форме единственного объекта, как глина формируется под руками гончара. Эволюция, как видно из окаменелостей, взятых из последовательных слоев, больше похожа на последовательность кадров в фильме кино. Один кадр буквально не превращается в другой, но мы испытаем иллюзию изменения, если спроецируем кадры по очереди. С этим имеющимся различием мы можем наглядно увидеть, что космос не эволюционирует (он развивается), а технология эволюционирует (ранние самолеты не превращаются в более поздние, но история самолетов, и многих других образцов технологии, хорошо распадается на аналогии кадров фильма). Мода в одежде также эволюционирует, а не развивается. Спорный вопрос, приводит ли аналогия между генетической эволюцией с одной стороны и культурной или технической эволюции с другой к ясности или наоборот, и я не собираюсь сейчас рассматривать этот аргумент.

Мои оставшиеся примеры плохой поэзии в эволюционной науке взяты в основном у одного автора, американского палеонтолога и публициста Стивена Джей Гулда. Я с

беспокойством надеюсь, что такая критическая концентрация на одном человеке не будет рассматриваться как личный выпад. Напротив, именно это превосходство Гулда как автора, делает его ошибки, когда таковые случаются, настолько стоящими опровержения.

В 1977 году Гулд написал главу о «вечной метафоре палеонтологии» в коллективной книге по эволюционному исследованию окаменелостей. Начиная с нелепого, хотя и много цитируемого, утверждения Уайтхеда, что вся философия является примечанием к тексту Платона, тезис Гулда, словами проповедника Екклесиаста (которого он также цитирует), что нет ничего нового под солнцем. «Что было, то и будет; и что делалось, то и будет делаться.» Нынешние споры в палеонтологии – это лишь переработанные старые споры. Они

предшествовали эволюционной мысли и не находят разрешение в дарвиновской парадигме... Основные идеи, как идеализированные геометрические фигуры, немногочисленны. Они вечно доступны для использования...

Вечно нерешенных вопросов Гулда в палеонтологии три: Есть ли у времени стрела направления? Каким является двигатель эволюции, внутренним или внешним? Происходит ли эволюция постепенно или внезапными скачками? Исторически он находит примеры палеонтологов, которые поддержали все восемь возможных комбинаций ответов на эти три вопроса, и он убеждается, что они перешагивают через дарвиновскую революцию, как будто она никогда не происходила. Но ему удастся этот трюк только благодаря навязыванию аналогии между философскими школами, которые при тщательном исследовании имеют не больше общего, чем кровь и вино, или спиральные орбиты и спиральная ДНК. Все три вечные метафоры Гулда – плохая поэзия, вызванная аналогиями, которые скорее затрудняют понимание, а не освещают. И плохая поэзия в его руках только сильнее вредит из-за того, что Гулд – изящный автор.

Вопрос, есть ли у эволюции стрела направления, конечно, один из тех, что может быть задан под разными масками. Но пары, которых сводят вместе разные варианты, так плохо сочетаются, что их объединять бесполезно. Становится ли структура тела прогрессивно более сложной по ходу эволюции? Это – разумный вопрос. Как и вопрос о том, увеличивается ли прогрессивно общее разнообразие видов на планете по мере прохождения веков. Но это совершенно разные вопросы, и они явно бесполезны для создания многовековой школы «прогрессивистской» мысли, которая, их объединяла бы. Еще менее каждая из них, в их современной форме, имеет общего с преддарвинистскими школами «витализма» и «финализма», которые считали, что живые существа прогрессивно «управлялись» изнутри некоторой мистической жизненной силой, к столь же мистической конечной цели. Гулд навязывает неестественные связи между всеми этими формами прогрессивизма в качестве средства поддержать его поэтические исторические тезисы.

То же самое справедливо для второй вечной метафоры и вопроса о том, находится ли двигатель изменений во внешней среде, или обусловлены ли изменения «какой-то независимой и внутренней движущей силой в самих организмах». На настоящий момент широко известны разногласия между теми, кто считает, что основной движущей силой эволюции является дарвиновский естественный отбор, и теми, кто подчеркивает другие силы, такие как случайный дрейф генов. Это важное разногласие не выражается ни в малейшей степени в интерналистско-экстерналистской дихотомии, которую Гулд навязывал нам для того, чтобы отстоять свой тезис, что постдарвинистская аргументация – лишь переработка преддарвинистских аналогов. Вызван ли естественный отбор внутренними или внешними факторами? Это зависит от того, о чем вы говорите: об адаптации к внешней среде или коадаптации частей друг к другу. Я возвращусь к этому различию позже в другом контексте.

Плохая поэзия еще более очевидна при изложении Гулдом третьей из его вечных метафор, в отношении постепенной против эпизодической эволюции. Гульд использует слово «эпизодическая», чтобы объединить три вида резких скачков эволюции. Это, во-первых, катастрофы, такие как массовое вымирание динозавров, во-вторых,

макромутации или сальтации, в-третьих, прерывистость в смысле теории прерывистого равновесия, предложенной Гулдом и его коллегой Нильсом Элдриджем в 1972 году. Последняя теория требует больше пояснений, и я перейду к ней через мгновение.

Катастрофические вымирания определить легко. Что их вызывает, спорно и, вероятно, отличается в различных случаях. На данный момент просто замечу, что всемирные катастрофы, в которых вымирает большинство видов, мягко говоря, не то же самое, что макромутации. Мутации – это случайные ошибки в копировании генов, а макромутации – мутации с большим эффектом. Мутация с небольшим эффектом, или микромутация, представляет собой маленькую ошибку в копировании гена, воздействие которой на ее обладателей могло бы быть слишком незначительным, чтобы его было легко заметить, скажем, едва уловимое удлинение кости ноги или оттенок красного в оперении. Макромутация является драматической ошибкой, изменения настолько велики, что, в крайнем случае, ее обладатель должен быть отнесен к иному чем его родители виду. В своей предыдущей книге «Восхождение на гору Невероятности» я воспроизвел фотографию из газеты – жаба с глазами в на небе. Если эта фотография является подлинной (это большой вопрос в дни фотошопа и другого удобного программного обеспечения для манипуляции с изображениями), и если ошибка является генетической, эта жаба – макромутант. Если бы такой макромутант породил новый вид жаб с глазами на верхней небе, то мы должны были бы описать это внезапное эволюционное возникновение нового вида как сальтацию или эволюционный скачок. Были биологи, такие как немецко-американский генетик Рихард Голдшмидт, которые полагали, что такие скачкообразные шаги были важны в естественной эволюции. Я – один из многих, кто подверг сомнению саму идею, но здесь это не является моей целью. Здесь я высказываю намного более фундаментальный тезис, что такие генетические прыжки, даже если они происходят, не имеют ничего общего с сокрушающими мир катастрофами, такими как внезапное вымирание динозавров, за исключением того, что оба являются внезапными. Аналогия просто поэтическая, и это – плохая поэзия, которая не приводит к дальнейшему освещению. Вспоминая слова Медавара, эта аналогия означает конец, а не начало цепочки мыслей. Способы быть неградуалистом столь разнообразны, что лишают категорию всякой практической полезности.

То же самое относится к третьей категории неградуалистов: сторонников прерывистости в смысле теории Элдриджа и Гулда. Идея заключается в том, что вид появляется в течение времени, короткого по сравнению с гораздо более продолжительным периодом «застоя», во время которого он остается неизменным после своего первоначального формирования. В крайнем варианте теории, виды, как только они «ворвались в жизнь», остаются неизменными, пока либо не вымрут, либо не расколются, чтобы сформировать новые дочерние виды. Именно когда мы спрашиваем, что происходит во время внезапной вспышки видообразования, возникает путаница, рожденная плохой поэзией. Могут произойти две вещи. Они совершенно отличаются друг от друга, но Гулд не придает значения различиям, потому что обольщен плохой поэзией. Одна из них – макромутации. Новый вид образуется особью с уродством, такой как предполагаемая жаба с глазами на небе. Второе, что может происходить, по моему мнению, более вероятно, но я говорю сейчас не об этом – то, что мы можем назвать быстрым градуализмом. Новый вид появляется в краткий период быстрого эволюционного изменения, которое, хотя и постепенно, в том смысле, что родители не порождают мгновенно, в одном поколении, новый вид, однако достаточно быстро, чтобы выглядеть как одно мгновение в ископаемой летописи. Изменение размыты на многие поколения маленьких, постепенных приращений, но выглядит это как внезапный скачок. Это возможно, потому что либо промежуточные звенья жили в ином месте (скажем на отдаленном острове), и/или потому что промежуточные стадии прошли слишком быстро, чтобы оставить окаменелости – 10 000 лет слишком короткий срок, чтобы заметить во многих геологических слоях, и все же это достаточное время для довольно крупного эволюционного изменения, постепенно накапливающегося маленькими шагами.

В мире существует весь спектр различий от быстрого градуализма до макромутационного скачка. Они зависят от совершенно различных механизмов и имеют радикально различное значение для дарвинистских разногласий. Объединить их вместе, просто потому, что, как и при катастрофическом вымирании, все они приводят к разрывам в палеонтологической летописи – плохая поэтическая наука. Гулд осознает разницу между быстрым градуализмом и макромутацией, но он рассматривает этот вопрос, как будто это мелочь, которая будет устранена после того, как мы ответим на всеобъемлющий вопрос, является ли эволюция эпизодической, а не постепенной. Его можно рассматривать как всеохватывающий, только если опьянен плохой поэзией. В этом столько же смысла, как в вопросе моего корреспондента о двойной спирали ДНК: «происходит» ли она от земной орбиты. Еще раз, быстрый градуализм напоминает макромутацию не больше, чем пускающий кровь колдун напоминает идущий дождь.

Еще хуже заявлять катастрофизм под тем же пунктуалистским зонтиком. В додарвиновские времена существование ископаемых становилось все более неловким для тех, кто придерживался идеи библейского творения. Некоторые надеялись утопить проблему во всемирном потопе, но почему слои, казалось, демонстрировали впечатляющие смены целых фаун, каждая отличалась от своей предшественницы, и все они в основном лишены знакомых нам самим существ? Ответом, данным, среди прочих, французским анатомом девятнадцатого века Жоржем Леопольдом Кювье, была теория катастроф. Всемирный потоп был лишь последним в серии очистительных бедствий, которые постигали Землю со сверхъестественной силой. Каждая катастрофа сопровождалась новым творением.

Помимо сверхъестественного вмешательства, это имеет немного общего с нашими современными убеждениями, что массовые вымирания, такие как те, которыми закончились пермская и меловая эпохи, сменялись новыми расцветами эволюционного разнообразия, соизмеримыми с предыдущими. Но объединять катастрофизм с макромутантизмом и с современным пунктуационизмом, только потому что все три могут быть представлены как неградуализм – действительно очень плохая поэзия.

После лекций в Соединенных Штатах меня часто озадачивает определенная шаблонность вопросов аудитории. Спрашивающий обращает мое внимание на явление массового вымирания, скажем, катастрофический конец динозавров и их смену млекопитающими. Это меня очень интересует, и я ожидаю форсирующего вопроса. Затем я понимаю, что тон вопроса содержит явный вызов. Как будто спрашивающий ожидает, что я буду удивлен или введен в замешательство тем фактом, что эволюция периодически прерывается катастрофическими вымираниями. Я был в недоумении от этого до тех пор, пока меня неожиданно не осенило. Конечно! Задающим вопрос, как и большинству людей в Северной Америке, стало известно об эволюции от Гулда, и я был представлен как один из «ультра-дарвинистских» градуалистов. Не опрокинула ли комета, убившая динозавров, также мои градуалистские взгляды? Нет, конечно нет. Нет ни малейшей связи. Я градуалист в том смысле, что я не думаю, что макромутации играли важную роль в эволюции. Более определенно, я градуалист, когда дело доходит до объяснения эволюции сложных объектов, таких как глаз (так рассуждает и любой нормальный человек, включая Гулда). Но какое вообще это имеет отношение к вопросу массового вымирания? Абсолютно никакого. Если, конечно, ваш мозг не был наполнен плохой поэзией. Между прочим, я думаю, и верил на протяжении всей моей карьеры, что массовые вымирания оказывают глубокое и драматическое влияние на дальнейший ход эволюции. Как они могут не оказывать? Но массовые вымирания – не часть дарвиновского процесса, за исключением того, насколько они очищают палубу для новых дарвинистских начинаний.

Есть в этом скрытая ирония. Среди фактов вымирания, которые любит подчеркивать Гулд – его капризность. Он называет это стечением обстоятельств. Когда происходят массовые вымирания, крупные группы животных уничтожаются целиком. В меловом вымирании некогда могущественная группа динозавров (за исключением птиц) была полностью уничтожена. Выбор главной группы в качестве жертвы или случаен или, если

неслучаен, то это не та же самая не случайность, которую мы видим в обычном естественном отборе. Обычные варианты адаптации для выживания не помогают против комет. В гротескной манере этот факт иногда преподносится, как будто это был аргумент против нео-дарвинизма. Но нео-дарвинистский естественный отбор – это отбор в пределах вида, а не между видами. Надо отметить, что естественный отбор включает в себя смерть, и массовое вымирание включает в себя смерть, но дальнейшее сходство между ними чисто поэтическое. По иронии судьбы, Гулд является одним из немногих дарвинистов, которые все еще думают, что естественный отбор работает на уровнях выше уровня индивидуального организма. Остальным из нас никогда не придет в голову даже задаться вопросом, являются ли массовые вымирания событиями отбора. Мы можем рассматривать вымирание как открытие новых возможностей для адаптации естественным отбором низшего уровня, выбирающему между особями по отдельности в пределах каждого вида, пережившего катастрофу. Так же по иронии, есть поэт Ауден, подошедший ближе к правильному пониманию:

Катастрофы только способствуют эксперименту. Как правило, погибают самые приспособленные; неприспособленные, принужденные своей никчемностью мигрировать в незаселенные ниши, изменяют свою структуру и процветают.

***«Непредсказуемый, но Чудесный» (в представлении Лорена Айзли).***

Я приведу один дополнительный пример плохой поэтической науки из палеонтологии, и снова Стивен Джей Гулд ответственен за его популярность, даже если он явно не выражал его сам в его крайней форме. Многие читатели его элегантно написанной книги «Удивительная жизнь» (1989) были очарованы идеей, что есть что-то особенное и уникальное во всем процессе эволюции в эпоху кембрия, когда впервые появились окаменелости большинства крупных групп животных, более чем 500 миллионов лет назад. Речь идет не только о том, что животные кембрия были своеобразными. Конечно, они были такими. У животных каждой эпохи есть свои особенности, и кембрийские были, возможно, более своеобразными, чем большинство других. Нет, предположение состоит в том, что весь процесс эволюции в Кембрийском периоде был странным.

Стандартный неодарвинистский взгляд на эволюцию разнообразия заключается в том, что вид разделяется на два, когда две популяции становятся настолько несхожими, что они больше не могут скрещиваться. Часто популяции начинают расходиться, когда они оказываются географически разделенными. Разделение означает, что они больше не смешивают свои гены половым путем, и это позволяет им эволюционировать в разных направлениях. Дивергентная эволюция может быть обусловлена естественным отбором (который, вероятно, будет толкать в разные стороны из-за разных условий в двух географических зонах). Или она может определяться случайным эволюционным дрейфом (так как две популяции генетически не удерживаются вместе половым перемешиванием, нет ничего, что могло бы остановить их отдаление друг от друга). В любом случае, когда они эволюционно расходятся настолько далеко друг от друга, что больше не могут скрещиваться, даже будучи географически сведены снова, они определяются принадлежащими к разным видам.

Впоследствии отсутствие скрещивания позволяет дальнейшее эволюционное расхождение. То, что было отдельными видами в пределах одного рода, становится в свое время различными родами в пределах одного семейства. Позже семейства разойдутся до степени, когда таксономисты (специалисты в области классификации) предпочтут называть их отрядами, а затем классами, затем типами. Тип – это классифицирующее название, благодаря которому мы различаем действительно коренным образом отличающихся животных, таких как моллюски, черви нематоды, иглокожие и хордовые (хордовые – это в основном позвоночные плюс немного всякой всячины). Предки двух различных типов, скажем позвоночных и моллюсков, которые мы видим построенными на основе совершенно разных «фундаментальных планов тела», когда-то были лишь двумя видами в пределах рода. До этого они были двумя географически разделенными популяциями в

пределах одного предкового вида. Смысл этой общепризнанной точки зрения в том, что, по мере возвращения назад в геологическом времени, промежуток между любой парой групп животных становится меньшим и меньшим. Чем дальше назад во времени вы уходите, тем больше приближаетесь к объединению этих различных видов животных в один общий предковый вид. Наши предки и предки моллюска были когда-то очень похожи. Позднее они стали не совсем похожи. Еще позже они разошлись еще дальше, пока, в конце концов, не стали настолько различны, что мы должны называть их двумя типами. Эта общая история едва ли может быть подвергнута сомнению любым разумным человеком, который над ней подумает, хотя мы и не должны придерживаться взгляда, что это происходит с одинаковой скоростью с течением времени. Это могло происходить быстрыми взрывами.

Драматическая фраза «Кембрийский взрыв» используется в двух смыслах. Она может относиться к фактическому наблюдению, что перед кембрийской эрой, чуть более пятисот миллионов лет назад, окаменелостей мало. Большинство крупных типов животных впервые появляется в виде окаменелостей в кембрийских отложениях, и это выглядит как большой взрыв новых животных. Второй смысл – это теория, что типы на самом деле отклонились друг от друга во время Кембрийского периода, или даже в течение всего лишь 10 миллионов лет в Кембрийском периоде. Эта вторая идея, которую я назову гипотезой взрыва точек ветвления, спорна. Она совместима – едва-едва – с тем, что я называю стандартной нео-дарвинистской моделью расхождения видов. Мы уже установили, что, если мы отслеживаем любую пару современных типов назад во времени, мы, в конечном счете, сойдемся на общем предке. Моя догадка, что для разных пар типов мы сойдемся на общем предке в разные геологические эпохи: скажем, на общем предке позвоночных и моллюсков 800 миллионов лет назад, на общем предке позвоночных и иглокожих 600 миллионов лет назад, и так далее. Но я могу ошибаться, и мы можем легко учесть гипотезу взрыва точек ветвления, говоря, что, по некоторым причинам (которые достаточно интересны для исследования), в большинстве наших обратных путешествий мы обнаружим соответствующих общих предков в пределах одного и того же относительно короткого геологического периода, скажем, между 540 миллионами и 530 миллионами лет назад. Это должно было бы означать, что, по крайней мере в начале этого периода в 10 миллионов лет, предки современных типов не настолько сильно отличались друг от друга, как сегодня. Они, в конце концов, в это время расходились от общих предков и были изначально представителями одного и того же вида.

Крайняя точка зрения Гулдиста (безусловно точка зрения, навеянная его риторикой, хотя трудно сказать, по его собственным словам, придерживается ли он сам ее буквально) в корне отличается от стандартной неodarвинистской модели и совершенно с ней несовместима. Кроме того она, как я покажу, имеет следствия, которые абсурдны, что сможет увидеть каждый как только они изложены. Это очень ясно выражено – вероятно, выдано, лучшее слово – в отступлении в «Дома во Вселенной» (1995) Стюарта Кауфмана:

Можно предположить, что все первые многоклеточные существа будут очень схожи, только позже разойдутся, снизу вверх, в различные рода, семейства, отряды, классы и так далее. Это, действительно, было бы ожиданием самого строгого традиционного дарвиниста. Дарвин, находясь глубоко под влиянием нового представления о геологическом градуализме, предположил, что вся эволюция проходила путем очень постепенного накопления полезных изменений. Таким образом, самые ранние многоклеточные существа должны постепенно расходиться друг с другом.

На настоящий момент это прекрасное краткое изложение ортодоксальных нео-дарвинистских взглядов. Далее, в вычурном пассаже, Кауфман продолжает:

Но это, похоже, неверно. Одна из замечательных и озадачивающих особенностей Кембрийского взрыва – то, что диаграмма была заполнена сверху

вниз. Природа внезапно дала начало многим совершенно различным схемам плана тела – типам – уточняя основе этих базовых проектов для формирования классов, отрядов, семейств и родов... В своей книге о кембрийском взрыве, «Удивительная жизнь: Сланец Бёрджес и природа истории», Стивен Джей Гулд с удивлением отмечает это нисходящее свойство Кембрия.

И поделом! Стоит только задуматься на мгновение о том, что заполнение «сверху вниз» означало бы для животных на земле, и вы сразу увидите, как это нелепо. «Планы тела», как у моллюска или у иглокожих, не являются идеальными сущностями, висящими в небе и ожидающими, как дизайнерские платья, чтобы их присвоили реальные животные. Реальные животные – все, все что когда-либо были: жили, дышали, ходили, ели, испражнялись, боролись, совокуплялись; реальные животные, которые должны были выжить и которые не могли резко отличаться от своих реальных родителей, бабушек и дедушек. Чтобы внезапно возник новый план тела (нового типа) на земле фактически должно было бы случиться – то же самое, как если бы родился ребенок, который неожиданно, ни с того ни с сего, так же отличался от своих родителей, как улитка от дождевого червя. Ни один зоолог, кто продумал эти следствия, ни даже самый ярый сальтационист никогда не поддерживал такое мнение. Ярые сальтационисты рады постулировать внезапный взрыв новых видов, и даже что относительно скромная идея весьма спорна. Если разложить риторику Гулда на реальные аспекты практической жизни, она оказывается выжимкой из плохой поэтической науки.

Еще более выразителен Кауфман в следующей главе. При обсуждении некоторых из его гениальных математических моделей эволюции на «неровном адаптивном ландшафте», Кауфман отмечает картину, которая, как он считает,

очень похожа на кембрийский взрыв. На ранних этапах процесса ветвления мы обнаруживаем множество далеко прыгнувших мутаций, которые резко отличаются от основы и друг от друга. У этих видов достаточные морфологические различия, чтобы классифицировать их как основателей различных типов. Эти основатели также ветвятся, но делают не столь далекими прыжками, приводя к ветвлению, каждый основатель типа на различные дочерние виды – основателей классов. По мере того, как продолжается процесс, более приспособленные варианты находятся во все более близком соседстве, соответственно по очереди возникают основатели отрядов, семейств и родов.

В более ранней, более специальной книге Кауфмана «Происхождение отрядов» (1993) рассказывается нечто схожее о жизни в Кембрии:

Мало того, что быстро возникает очень большое количество новых форм тела, но кембрийский взрыв показал другую новинку: Виды, которые основали таксоны, кажется, создали таксоны более высокого уровня сверху вниз. Таким образом, канонические образцы крупнейших типов появились первыми, сопровождаемые прогрессивным заполнением на уровнях класса, отряда и более низких таксономических уровнях...

Теперь, единственный способ понять это безобиден до очевидности. В нашей модели «схождения обратно к одной точке» должно быть верно, что разветвления видов, которые, в конечном счете, собираются стать делениями типов, обычно предшествуют тем, которым предназначено стать делениями между отрядами и более низкими таксономическими уровнями. Но Кауфман, очевидно, не думает, что он говорит нечто обыденное и очевидное. Это видно из его заявления, что «Кембрийский взрыв высветил еще одну новинку», и из его фразы о «далеко прыгающих мутациях». Он думает, что приписывает кембрию что-то революционное. Он, кажется, действительно искренен в намерениях альтернативного понимания, при котором «далеко прыгающие мутации» мгновенно создают новые типы.

Спешу подчеркнуть, что эти пассажи Кауфмана помещены в паре книг, по большей

части интересных, творческих и написанных под влиянием Гулда. То же самое верно для «Шестого вымирания» (1996) Ричарда Лики и Роджера Льюина, другой недавней книги, замечательной в большинстве ее глав, но, к сожалению, омраченной одной главной «Движущая сила эволюции», которая явно и откровенно навеяна Гулдом. Вот пара характерных отрывков:

Было так, как будто легкость делать эволюционные прыжки, произведшая крупнейшие функциональные новинки – основа новых типов – каким-то образом была утеряна, когда Кембрийский период подошел к концу. Как будто главная пружина эволюции потеряла часть своей силы.

Поэтому, эволюция организмов Кембрия могла совершать большие прыжки, включая прыжки уровня типа, в то время как позже она стала более ограниченной, делая лишь скромные прыжки до уровня класса.

Как я уже писал ранее, это как если бы садовник посмотрел на старый дуб и с удивлением заметил: «Разве это не странно, что новые крупные ветви не появились на этом дереве в течение многих лет. В наши дни весь новый рост, оказывается, на уровне ветки!» Просто подумайте еще раз, что «прыжок уровня типа» или даже «скромный» (скромный?) прыжок уровня класса должен был бы означать. Животные различных типов, вспомните, представляют собой животных с различными фундаментальными планами тела, как моллюски и позвоночные. Или как морские звезды и насекомые. Длинный прыжок, мутация уровня типа должна была бы означать, что пара родителей, принадлежащих к одному типу, спарилась и родила ребенка, принадлежащего к иному типу. Различие между родителем и потомком должно было бы иметь тот же масштаб, что и различие между улиткой и омаром, или морской звездой и треской. Прыжок уровня класса был бы равнозначен паре птиц, родивших млекопитающее. Представьте себе родителей, удивленно глядящих в гнездо на то, что они произвели, и полная комичность этого мнения становится очевидной.

Моя убежденность в высмеивании этих идей основана не просто на знании фактов о современных животных. Очевидно, что если бы она основывалась только на этом, кто-то мог бы возразить, что в Кембрии ситуация была иной. Нет, аргумент против дальних прыжков Кауфмана или прыжков уровня типа Лики и Льюина, является теоретическим, и чрезвычайно сильным. Он заключается в следующем. Даже если бы мутации такого гигантского масштаба происходили, потомство не выжило бы. Это принципиально, потому что, как я уже говорил прежде, существует много способов быть живым, но есть почти в бесконечно раз больше способов быть мертвым. Небольшая мутация, представляющая собой незначительный шаг в сторону от родителя, который доказал свою способность выживать тем, что является родителем, имеет хорошие шансы на выживание по той же причине, и может даже быть улучшением. Гигантская мутация уровня типа – прыжок в дику голубую даль. Я сказал, что совершившая дальний прыжок мутация, о которой мы говорим, была бы столь же *значительной*, как и мутация от моллюска к насекомому. Но она, конечно, никогда не могла бы прыгнуть от моллюска к насекомому. Насекомое – чрезвычайно точно настроенная единица механизмов выживания. Если бы родитель моллюск породил новый тип, скачок был бы случайным скачком, как и любая другая мутация. И вероятность того, что случайный скачок такого масштаба произведет насекомое, или *что-угодно, у чего есть хоть минимальные шансы на выживание*, достаточно мала, чтобы полностью сбросить ее со счетов. Шанс, что оно будет жизнеспособным, ничтожно мал, независимо от того, насколько заполнена экосистема, как широко открыты в ней ниши. Прыжок уровня типа был бы фиаско.

Я не верю, что авторы, которых я цитирую, действительно верят в то, что, похоже, говорят их напечатанные слова. Я считаю, что они были просто опьянены риторикой Гулда и не осмыслили ее. Весь смысл цитирования их в этой главе – проиллюстрировать способность вводить в заблуждение, которую умелый поэт может невольно проявить, особенно если он сначала ввел в заблуждение себя. И поэзия кембрия как благословенного рассвета инноваций



несомненно обманчива. Кауфман полностью увлекся ею:

Вскоре после того, как были изобретены многоклеточные формы, разразился великий взрыв эволюционной новизны. Каждый может почти ощутить дух многоклеточной жизни, радостно пробовавшей все ее возможные ветвления в своего рода диком танце беспечного исследования.

*«Дома во Вселенной» (1995).*

Да. Каждый действительно приобретает именно это ощущение. Но он приобретает его из риторики Гулда, а не из фактов кембрийских ископаемых или трезвого рассуждения о эволюционных принципах.

Если ученые калибра Кауфмана, Лики и Льюина могут быть обольщены плохой поэтической наукой, каков шанс у неспециалиста? Даниэль Деннетт рассказал мне о беседе с коллегой философом, который прочитал «Удивительную жизнь», и утверждал, что у кембрийских типов не было общего предка – что они возникли как независимые первоисточники жизни! Когда Деннетт заверил его, что идея Гулда состояла не в этом, ответ его коллеги был таков: «Ну тогда вокруг чего эта вся шумиха?»

Превосходство во владении пером – обоюдоострый меч, как отметил, в New York Review of Books за ноябрь 1995 года выдающийся эволюционист Джон Мэйнард Смит.

Гулд занимает довольно забавную позицию, особенно на своей стороне Атлантики. Из-за его превосходных сочинений небиологи стали его считать выдающимся эволюционным теоретиком. Напротив, эволюционные биологи, с которыми я обсуждал его работу, склонны рассматривать его как человека, чьи идеи столь бессвязны, что едва ли стоит принимать их во внимание, но человека, которого не стоит публично критиковать, потому что он, по крайней мере, на нашей стороне против креационистов. Все это не имело бы значения, если бы не то, что он дает небиологам в значительной степени ложное представление о состоянии теории эволюции.

Мэйнард Смит рецензировал книгу Деннетта «Опасная идея Дарвина» (1995), которая содержит разгромную и, можно было бы надеяться, смертельную для влияния Гулда на эволюционные взгляды критику.

Что на самом деле произошло в кембрии? Саймон Конвей Моррис из Кембриджского университета, как льстиво признает Гулд – один из трех ведущих современных исследователей Бёрджес-Шейла, сланцевой формации ископаемых, которая является темой «Удивительной жизни». Конвей Моррис недавно опубликовал свою замечательную книгу на эту тему. «Тигель творения» (1998), которая критикует почти каждый аспект точки зрения Гулда. Подобно Конвею Моррису, я не думаю, что есть какие-либо веские основания полагать, что процесс эволюции в кембрийском периоде отличался от того, как он происходит сегодня. Но нет никаких сомнений, что большое количество крупных групп животных впервые встречаются в палеонтологической летописи в кембрии. Очевидная гипотеза пришла в голову многим людям. Возможно, у нескольких групп животных эволюционировали твердые, способные fossilizировать скелеты, примерно в одно и то же время и, возможно, по одной причине. Один из вариантов – эволюционная гонка вооружений между хищниками и добычей, но есть другие предположения, например, резкая перемена в химическом составе атмосферы. Конвей Моррис вообще не находит оснований для поэтической идеи буйного и сумасбродного расцвета жизни в диком танце кембрийского разнообразия и дисбаланса, впоследствии сокращенного до сегодняшнего, более ограниченного репертуара типов животных. И даже скорее на самом деле все наоборот, как и ожидали бы большинство эволюционистов.

Остается вопрос – где во времени лежит точка разветвления основных типов? Вспомните, что это вопрос отдельный от вопроса подлинного кембрийского взрыва

доступных ископаемых. Спорный вопрос – сосредоточены ли в кембрии точки ветвления при расхождении основных типов – гипотеза взрыва точек ветвления. Я сказал, что стандартный нео-дарвинизм совместим с этой гипотезой. Но я все еще не считаю, что такое вообще вероятно.

Один из возможных путей решения вопроса – взглянуть на молекулярные часы. «Молекулярные часы» основаны на факте, что определенные биологические молекулы изменяются с довольно постоянной скоростью на протяжении миллионов лет. Если вы признаете это, вы можете взять кровь у любых двух современных животных и вычислить, как давно жил их общий предок. Некоторые недавние исследования с помощью молекулярных часов отодвинули точки ветвления различных пар типов глубоко в докембрийскую эру. Если эти исследования верны, вся риторика эволюционного взрыва становится излишней. Но существуют разногласия по поводу интерпретации результатов молекулярных часов, полученных для столь давних времен, и нам стоило бы подождать большего количества свидетельств.

Между тем, есть логический аргумент, который я могу предъявить с большой уверенностью. Единственное свидетельство в пользу гипотезы взрыва точек ветвления отвергнуто: не найдено окаменелостей многих из типов до кембрийского периода. Но эти ископаемые животные, у которых нет ископаемых предков, должны были иметь каких-то предков. Они не могли возникнуть из ничего. Поэтому должны были быть предки, которые не фоссилизировали, отсутствие окаменелостей не означает отсутствия животных. Единственный оставшийся вопрос, состоит в том, берут ли начало все недостающие предки, которые должны были существовать, из точек ветвления в кембрийском периоде, или они были растянуты на предыдущие сотни миллионов лет. Так как единственной причиной предположить, что они были сжаты в кембрийском периоде, является отсутствие их окаменелостей, и так как мы только что доказали логическую неуместность связывания вопроса с этим отсутствием, я прихожу к заключению, что вообще нет никаких серьезных оснований отдавать предпочтение гипотезе взрыва точек ветвления. Несомненно, в этом есть большая поэтическая привлекательность..

## 9. ЭГОИСТИЧНЫЙ КООПЕРАТОР

*Любознательство, а не какое-либо ожидание выгоды от его открытий, является первым принципом, который побуждает человечество к изучению Философии, той науки, что стремилась раскрыть скрытые связи, объединяющие различные проявления природы..*

Адам Смит, «История астрономии» (1795).

Средневековые бестиарии<sup>15</sup> продолжали более раннюю традицию использования природы как источника моралистических рассказов. В своей современной форме, в развитии эволюционных идей, те же традиции лежат в основе одной из самых вопиющих форм плохой поэтической науки. Я говорю про иллюзию, что есть явное противостояние между мерзким и милым, социальным и антиобщественным, эгоистичным и альтруистичным, жестоким и нежным; что все эти пары противоположностей соответствуют другим парам, и что история эволюционной дискуссии об обществе описывается маятником, качающимся взад и вперед вдоль непрерывного континуума между этими противоположностями. Я не отрицаю, что есть интересные проблемы, для обсуждения здесь. То, что я критикую – это «поэтическую»

---

<sup>15</sup> средневековый сборник зоологических статей (с иллюстрациями), в которых подробно описывались различные животные в прозе и стихах, главным образом, с аллегорическими и нравоучительными целями. (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Бестиарий>) (прим. верст.)

идею, что есть единый спектр, и что стоящие споры должны размещаться между точками зрения на его протяжении. В очередной раз обращаясь к вызывателям дождя, существует не большая связь между эгоистичным геном и эгоистичным человеком, чем между скалой и дождевым облаком.

Чтобы объяснять поэтический спектр, который я критикую, я могу вполне позаимствовать строчку реального поэта, Теннисона: «Природа, с зубами и когтями, обгадренными кровью», из «In Memoriam» (1850), на которую, как широко считалось, его вдохновило «Происхождение видов», но фактически изданное девятью годами ранее. На одной стороне поэтического спектра, должны стоять Томас Гоббс, Адам Смит, Чарльз Дарвин, Томас Хаксли и другие люди вроде выдающегося американского эволюциониста Джорджа Уильямса и прочих современных апологетов «эгоистичного гена», подчеркивающие, что у природы, воистину клыки и когти в крови. На другой же стороне спектра – князь Петр Кропоткин, русский анархист, автор работы «Взаимопомощь как фактор эволюции»(1902), доверчивый, но невообразимо влиятельный американский антрополог Маргарет Мид,<sup>16</sup> и целая плеяда современных авторов, возмущенных идеей генетически эгоистичной природы, среди которых Франс де Валь автор книги «Миролюбие»(1996) типичный представитель.

Де Валь, эксперт по шимпанзе, который, понятное дело, любит своих животных, обеспокоен тем, что он по ошибке рассматривает как неодарвинистскую тенденцию подчеркивать «злобность нашего обезьяньего прошлого». Некоторые из тех, кто разделяет его романтические фантазии, в последнее время полюбили карликового шимпанзе или бонобо, как более безобидную ролевую модель. Там, где обычные шимпанзе часто прибегают к насилию, а то и к канибализму, бонобо использует секс. Они, кажется, совокупляются во всех возможных комбинациях при каждой мыслимой возможности. Где мы могли бы обменяться рукопожатием, они совокупляются. «Занимайтесь любовью, а не войной» – вот их лозунг. Маргарет Мид почувствовала бы к ним симпатию. Но сама идея взять животных за образец для подражания, как в бестиариях, является предметом плохой стихотворной науки. Животные существуют не чтобы быть образцами для подражания, они существуют, чтобы выживать и размножаться.

Моралистические приверженцы бонобо склонны смешивать эту ошибку с абсолютной эволюционной неправдой. Вероятно, из-за их сильного «фактора жизнерадостности», бонобо часто заявляются как более близкие наши родственники, чем обыкновенные шимпанзе. Но этого не может быть, пока мы признаем, а все это признают, что бонобо и обыкновенный шимпанзе более близкородственно связаны друг с другом, чем любой из них с человеком. Вам нужна всего навсего эта простая и бесспорная предпосылка, чтобы сделать вывод, что бонобо и обыкновенный шимпанзе связаны с нами совершенно одинаково близким родством. Они связаны с нами через общего предка, которого они разделяют, и мы нет. Конечно, в каком-то отношении мы можем напоминать один из двух видов больше, чем другой (и, весьма вероятно, напоминать другой в других отношениях), но такие сравнительные суждения совершенно не могут отражать отличительную эволюционную близость.

Книга Де Валя полна отдельных свидетельств (которые не должны никого удивлять), что животные иногда добры друг к другу, сотрудничают ради взаимной пользы, заботятся о

---

<sup>16</sup> Я должен объяснить, что Маргарет Мид «доверчива, но влиятельна» потому, что большая часть американской университетской культуры восторженно приняла ее окрашенную в розовый цвет экологическую теорию природы человека, которую, как обнаружилось позже, она построила на слегка ненадежном фундаменте: две озорные самоанские девочки ради шуток систематически кормили ее дезинформацией в течение короткого периода полевых работ на их острове. Она оставалась в Самоа недостаточно долго, чтобы хорошо изучить язык, в отличие от ее главного профессионального противника, австралийского антрополога Дерек Фримена, который разоблачил всю эту историю годы спустя в ходе более детального изучения Самоанской жизни. (прим. автора)

благополучии друг друга, утешают друг друга в беде, разделяют пищу и совершают другие душевные хорошие поступки. Я всегда придерживался той точки зрения, что во многом животный мир действительно альтруистичен, кооперативен и даже связан с доброжелательными субъективными эмоциями, но что это вытекает из эгоизма на генном уровне, а не противоречит ему. Животные иногда милы, а иногда отвратительны, так как и то и другое может соответствовать эгоистичным интересам генов в разное время. Именно в этом причина говорить о «эгоистичном гене», а не, скажем, о «эгоистичном шимпанзе». Оппозиция, которую де Валь и другие создали между биологами, верящими, что природа человека и животного эгоистична в своей основе, и теми, кто полагает, что она «благодушна в своей основе», является ложной оппозицией – плохой поэзией.

Сейчас стали широко понимать, что альтруизм на уровне отдельного организма может быть средством, которым основные гены максимизируют свои эгоистичные интересы. Однако я не хочу останавливаться на том, что я разъяснял в более ранних книгах, таких как «Эгоистичный ген». Что я теперь вновь подчеркнул бы в той книге – это упустили критики, которые, похоже, читали ее только по названию – это важный смысл, согласно которому гены, хоть с одной стороны чисто эгоистичны, в то же время вступают в кооперативные карты друг с другом. Это, если хотите, поэтическая наука, но я надеюсь показать, что это – хорошая поэтическая наука, которая помогает пониманию, а не препятствует ему. Я сделаю то же самое с другими примерами в оставшихся главах.

Ключевое понимание дарвинизма может быть выражено в генетических терминах. Гены, существующие во многих копиях в популяции – это те гены, которые способны делать копии, что также означает, что они хороши для выживания. Выживания где? Выживания в конкретных телах в предковой окружающей среде. Это означает выживание в окружающей среде, типичной для вида: в пустыне для верблюдов, на деревьях для обезьян, в глубоком море для гигантских кальмаров, и так далее. Причина, по которой конкретные тела настолько хороши при выживании в своей окружающей среде, главным образом в том, что они были построены генами, которые выживали в той же окружающей среде в течение многих поколений, в форме копий.

Но не берите в голову пустыни и плавучие льдины, моря и леса; они – лишь часть истории. Намного более значительный аспект предковой окружающей среды, в которой жили гены – это другие гены, с которыми они должны были разделять ряд конкретных тел. Гены, выжившие в верблюдах, будут, разумеется, включать некоторые из тех, которые способны выживать в пустынях, и они даже могут быть общими с пустынными крысами и пустынными лисами. Но что еще более важно, успешные гены будут теми, что способны выжить в окружающей среде, состоящей из других генов, обычно встречающихся у этого вида. Так гены вида оказываются отобранными на способность сотрудничать друг с другом. Кооперация генов, которая представляет собой хорошую научную поэзию, тогда как всеобщее кооперация – нет, будет предметом этой главы.

Следующий факт часто понимают неправильно. Гены любой конкретной особи – это не те гены, что особенно хорошо сотрудничают между собой. Они никогда прежде не были вместе в данной комбинации, она уникальна для каждого генома для вида, размножающегося половым способом (за обычным исключением однояйцевых близнецов). Хорошо сотрудничают гены вида в целом, потому что они встречались раньше, часто, и в тесной общей окружающей среде клетки, хотя всегда в различных комбинациях. Они сотрудничают в деле создания особей того же самого общего типа, что и существующая. Нет особых причин ожидать, что гены любой конкретной особи будут особенно хороши в сотрудничестве друг с другом по сравнению с любыми другими генами того же вида. Во многом дело случая, каких конкретных компаньонов потерял половой воспроизводства вытащила для них из генофонда вида. Особи с неблагоприятными комбинациями генов имеют тенденцию умирать. Особи с благоприятными комбинациями имеют тенденцию передавать эти гены в будущее. Но не сами благоприятные комбинации передаются в долгосрочной перспективе. Половое перемешивание заботится об этом. Вместо этого

передаются гены, которые проявляют тенденцию к способности формировать благоприятные комбинации с другими генами, которые предоставит генофонд вида. На протяжении поколений, независимо от того, в чем еще будут хороши выжившие гены, они будут хороши в совместной работе с другими генами вида.

Насколько мы знаем, гены конкретного верблюда могли бы хорошо сотрудничать с генами конкретного гепарда. Но от них никогда этого не требуется. По-видимому, гены млекопитающего будут лучше в сотрудничестве с другими генами млекопитающего, чем с генами птицы. Но это предположение так и останется гипотетическим, потому что одной из особенностей жизни на нашей планете является то, что, за исключением генной инженерии, гены перемешиваются только в пределах вида. Мы можем проверить смягченные версии таких предположений, рассматривая гибриды. Гибриды между различными видами, если они существуют вообще, зачастую выживают не так хорошо или менее плодовиты, чем чистокровные особи. По крайней мере, частично причина этого в несовместимости между их генами. Гены вида А, которые хорошо работают на генетическом фоне или при «климате» других генов вида А, не работают, будучи перенесенными в вид В, и наоборот. Подобные эффекты иногда просматриваются, когда гибридизируют разновидности или расы в пределах одного вида.

Впервые я понял это, слушая лекции покойного Эдмунда Форда, легендарного Оксфордского эстета и эксцентричного основателя теперь заброшенной школы Экологических Генетиков. Большинство исследований Форда проводились на диких популяциях бабочек и моли. Среди них была малая желтая ленточница, *Triphaena comes*. Эта моль обычно желтовато-коричневого цвета, но есть разновидность, названная *curtisii*, которая черновата. *Curtisii* не встречается в Англии вообще; однако в Шотландии и на островах *curtisii* сосуществует с нормальной *comes*. Темный цветовой узор *curtisii* является почти полностью доминантным по отношению к узору нормальной *comes*. «Доминантный по отношению» представляет собой технический термин, поэтому я не могу просто сказать «доминирует». Он означает, что гибриды между этими видами похожи на *curtisii*, даже при том, что они несут гены обоих. Форд поймал образцы из Барры, с Внешних Гебридских островов к западу от Шотландии, и с одного из Оркнейских островов, к северу от Шотландии, так же как из самой Шотландии. Каждая из двух островных форм в точности похожа на своих коллег на другом участке острова, и темный ген *curtisii* является доминантным на двух островах, так же как в Шотландии. Другие данные свидетельствуют, что во всех окрестностях ген *curtisii* – это один и тот же ген. Ввиду этого можно было бы ожидать, что, когда вы скрещиваете экземпляры с различных островов, будет поддерживаться нормальная схема доминантности. Но это не так, и в этом суть истории. Форд поймал особей из Барры и спарил их с особями из Оркни. И доминантность *curtisii* полностью исчезла. Весь спектр промежуточных форм проявился в гибридных семьях, как если бы не было никакого доминантности.

Похоже, происходит вот что. Ген *curtisii* сам по себе не кодирует формулу цветного пигмента, благодаря которому мы различаем моль, и доминантность не является свойством самого гена. Вместо этого, как любой другой ген, о гене *curtisii* следует думать как об имеющем его влияние только в окружении набора других генов, некоторые из которых он «запускает». Этот набор других генов – часть того, что я имею в виду под «генетическим фоном» или «генетическим климатом». Теоретически любой ген мог бы поэтому проявлять совершенно различные эффекты на различных островах в присутствии различного окружения из других генов. В случае желтой ленточницы Форда, дело немного сложнее, и весьма полезно для просвещения. Ген *curtisii* – это «ген-переключатель», оказывающий действие, похожее на один тот же эффект и на Барру, и на Оркни, но он достигает этого, включая различные наборы генов на различных островах. Мы замечаем это, только когда скрещиваем эти две популяции между собой. Ген-переключатель *curtisii* оказывается в генетическом климате, который не является ни климатом первой, ни второй. Смесь генов Барры и Оркни, и цветной узор, который мог быть создан любым из этих наборов по

отдельности, нарушается.

Интересно здесь то, что и комбинация Барры, и комбинация Оркни может собрать этот цветной узор. Существует два или более способа достичь одного и того же результата. Оба они задействуют кооперирующиеся наборы генов, но это – два различных набора, и представители каждого набора не кооперируются как следует с представителями другого. Я беру это в качестве модели того, что часто происходит среди действующих генов в любом генофонде. В «Эгоистичном гене» я использовал аналогию с гребцами. Команда из восьми гребцов должна быть хорошо скоординирована. От восьмерых мужчин, тренировавшихся вместе, можно ожидать, что они будут хорошо работать вместе. Но если смешать четырех мужчин из одной команды с четырьмя из другой, столь же хорошей команды, ничего не выйдет: их гребля расстроится. Это похоже на перемешивание двух наборов генов, которые работали хорошо, когда каждый был со своими прежними компаньонами, но чья координация нарушается, когда каждого из них поместили в чужой генетический климат, создаваемый другими.

Теперь, в этом месте многих биологов заносит и они говорят, что естественный отбор должен работать на уровне всей команды как единого целого, всего набора генов или всего отдельного организма. Они правы, что отдельный организм является очень важной единицей в иерархии жизни. И он действительно демонстрирует унитарные качества. (Это верно в меньшей степени для растений, чем для животных, имеющих обычно неподвижный набор частей, аккуратно упакованных в оболочку кожи с дискретной, унитарной формой. Для отдельных растений часто тяжелее определить границы, так как они раскидываются и вегетативно размножаются через луга и подлесок.) Но каким бы унитарным и дискретным отдельный волк или, скажем, буйвол ни был, эта сборка временная, и она уникальна. Успешные буйволы не копируют себя по всему миру в виде многократных копий, они копируют свои гены. Истинная единица естественного отбора должна быть единицей, относительно которой вы можете сказать, что у нее есть частота. У нее есть частота, которая повышается, когда ее тип успешен, и понижается, когда он терпит неудачу. Это то самое, что можно сказать о генах в генофонде. Но этого нельзя сказать об отдельном буйволе. Успешный буйвол не становится более частым. Каждый буйвол уникален. Он существует в единственном числе. Вы можете охарактеризовать буйвола как успешного, если частота его генов увеличивается в будущих поселениях. Фельдмаршал Монтгомери, не самый скромный из мужчин, говорят, однажды заметил: «И так, сказал Бог (и я с Ним согласен)...» Я чувствовал себя почти так же, когда читал о соглашении Бога с Авраамом. Он не обещал Аврааму вечную жизнь как человеку (хотя Аврааму в то время было всего лишь 99, желторотый юнец по стандартам книги Бытия). Но он пообещал ему кое-что другое.

И поставлю завет Мой между Мною и тобою, и весьма, весьма размножу тебя... и ты будешь отцом множества народов... И весьма, весьма распложу тебя, и произведу от тебя народы, и цари произойдут от тебя.

*(Бытие 17)*

Аврааму не осталось сомневаться, что будущее за его семенем, а не за его личностью. Бог сознавал свой дарвинизм.

Резюмируя, обращаю ваше внимание, что гены, при всем том, что они являются отдельными единицами, отобранными естественным отбором в дарвинистском процессе, весьма кооперативны. Отбор благоприятствует или не благоприятствует отдельным генам по способности выживать в их окружающей среде, но самая важная часть той окружающей среды – генетический климат, образуемый другими генами. Результат в том, что кооперирующиеся наборы генов объединяются в генофонды. Отдельные тела столь унитарны и слажены не потому, что естественный отбор выбирает их как единое целое, а потому что они построены генами, которые были отобраны так, чтобы сотрудничать с другими участниками генофонда. Они кооперируются особым образом в предприятии по построению тел особей. Но это анархичный вид кооперации, «каждый ген сам за себя».

На самом деле сотрудничество нарушается всякий раз, когда появляется случай, как у так называемых генов-«нарушителей сегрегации хромосом». У мышей есть ген, известных как *t* ген. В двойной дозе *t* вызывает бесплодие или смерть, и против него должен действовать сильный естественный отбор. Но в единственном числе у самцов он оказывает очень странный эффект. Обычно каждая копия гена должна оказаться в 50 процентах сперматозоидов, создаваемых самцом. У меня карие глаза, как у матери, но у моего отца голубые, таким образом я знаю, что являюсь носителем одной копии гена голубых глаз, и 50 процентов моих сперматозоидов несут ген голубоглазости. У самцов мышей *t* не ведет себя так порядочно. Больше 90 процентов сперматозоидов самца-носителя содержат *t*. Искажает выработку сперматозоидов – вот что делает *t* ген. Это его аналог создания карих глаз или выходящих волос. И можно понять, что, несмотря на летальность в двойной дозе, как только *t* возникает в популяции мышей, он будет иметь тенденцию распространяться из-за своего огромного успеха в попадании в сперматозоиды. Предполагается, что массовое появление *t* возникает в диких популяциях мышей, распространяясь как своего рода популяционный рак, и, в конечном счете, приводит местную популяцию к вымиранию, *t* является иллюстрацией того, что может случиться, когда кооперация среди генов нарушается. «Исключение, доказывающее правило» – часто довольно глупое выражение, но это тот редкий случай, когда оно уместно.

Повторю, основные наборы сотрудничающих генов – это целые генофонды видов. Гены гепарда кооперируются с генами гепарда, но не с генами верблюда, и наоборот. И не потому что гены гепарда, даже в самом поэтическом смысле, видят какую-то пользу в сохранении вида гепарда. Они работают, не чтобы спасти гепарда от вымирания, как своеобразный молекулярный Всемирный фонд защиты дикой природы. Они просто выживают в своей окружающей среде, а их окружающая среда в значительной степени состоит из других генов генофонда гепарда. Поэтому способность кооперироваться с другими генами гепарда (но не с генами верблюда или генами трески) – среди главных качеств, которые оказываются в преимуществе в борьбе между конкурирующими генами гепарда. Точно так же как в арктическом климате гены устойчивости к холоду становятся преобладающими, так и в генофонде гепарда преобладают гены, приспособленные процветать в климате других генов гепарда. С точки зрения каждого отдельного гена, другие гены в его генофонде являются лишь одним из аспектов погоды.

Уровень, на котором гены образуют «погоду» друг для друга, главным образом зарыт в клеточной химии. Гены кодируют производство ферментов – молекул белка, работающих как автоматизированные инструменты, производя в большом количестве один определенный компонент в химической поточной линии. Есть альтернативные химические пути добиться одного и того же результата, что означает альтернативные поточные линии. Возможно, не имеет большого значения, какая из двух поточных линий принята на вооружение, пока клетка не делает попытку принять обе сразу. Любая из этих двух поточных линий могла бы быть одинаково хороша, но промежуточные продукты, произведенные поточной линией А, не могут использоваться поточной линией В, и наоборот. Еще раз, заманчиво сказать, что вся поточная линия отобрана естественным отбором, как единое целое. Это неверно. То, что отобрано естественным отбором – это каждый отдельный ген, на фоне или в климате, обусловленном всеми другими генами. Если популяция случайно оказывается во власти генов, кодирующих все шаги, кроме одного, в поточной линии А, она создает химический климат, благоприятствующий недостающему гену шага А. И наоборот, уже существующий климат генов В благоприятствует генам В, больше чем генам А. Мы не говорим о том, что «лучше», как если бы было некоторое соревнование между поточной линией А и поточной линией В. Мы говорим, что хороша любая из них, но их смесь неустойчива. Популяция имеет два альтернативных устойчивых климата взаимно кооперирующихся генов, и естественный отбор будет стремиться направить популяцию к тому из двух устойчивых состояний, к которому она наиболее близка.

И не обязательно мы говорим о биохимии. Мы можем использовать метафору

генетического климата на уровне органов и поведения. Гепард представляет собой красиво интегрированный смертоносный механизм, оснащенный длинными, мускулистыми ногами и гибким, пружинящим позвоночником, чтобы догнать добычу, мощными челюстями и кинжальными зубами, чтобы нанести ей удар, направленными вперед глазами, чтобы нацелиться на нее, коротким кишечником с соответствующими ферментами, чтобы ее переварить, мозгом, в который была предварительно загружена программа поведения хищника, и рядом других особенностей, которые делают его типичным охотником. С другой стороны гонки вооружений, антилопы столь же хорошо оборудованы, чтобы поедать растения и избегать быть пойманными хищниками. Длинный кишечник, усложненный глухими тупиками, наполненными переваривающими целлюлозу бактериями, сочетается с плоскими перемалывающими зубами, с мозгом, предварительно запрограммированным на тревогу и быстрое бегство, с изящно маскирующей, покрытой пятнами шкурой. Это два альтернативных способа жизнедеятельности. Ни один явно не лучше другого, но любой лучше, чем ненадежный компромисс: кишечник хищника, объединенный, скажем, с зубами травоядного, или инстинкты преследования хищника, объединенные с пищеварительными ферментами травоядного.

В очередной раз соблазнительно начать говорить о «целом гепарде» или «целой антилопе», отобранной «как единое целое». Заманчиво, но поверхностно. А также лениво. Требуется некоторый дополнительный мыслительный труд, чтобы понять, что происходит на самом деле. Гены, программирующие развитие плотоядного кишечника, процветают в генетическом климате, в котором уже преобладают гены, программирующие хищный мозг. И наоборот. Гены, программирующие защитный камуфляж, процветают в генетическом климате, в котором уже преобладают гены, программирующие зубы травоядного. И наоборот. Есть огромное количество образов жизни. Упомянув лишь несколько примеров млекопитающих, есть образ жизни гепарда, образ жизни импалы, крота, бабуина, коалы. Нет нужды говорить, что ни один образ жизни не лучше, чем любой другой. Все они работают. Плохо оказаться с половиной адаптации, нацеленной на один образ жизни, и половиной, нацеленной на другой.

Подобная аргументация лучше всего выражена на уровне отдельных генов. В каждом генетическом локусе наиболее вероятно будут получать преимущество те гены, которые совместимы с генетическим климатом, представленным другими генами, выживающими в этом климате снова и снова в течение поколений. Поскольку это касается каждого гена, образующего климат – поскольку каждый ген потенциально является частью климата любого другого – в итоге генофонды видов имеют тенденцию объединяться в группы взаимно совместимых партнеров. Извините, что много об этом говорю, но некоторые из моих уважаемых коллег отказываются понимать это, упрямо настаивая, что «особь» является «истинной» единицей естественного отбора!

Более общепризнанно, что окружающая среда, в которой должен выжить ген, включает другие виды, с которыми он входит в контакт. ДНК любого вида не входит буквально в прямой контакт с молекулами ДНК своих хищников, конкурентов или симбиотических партнеров. «Климат» нужно понимать менее прямо, чем тогда, когда местом действия генного сотрудничества является внутреннее пространство клеток, как для генов в пределах одного вида. В более крупном масштабе, проявления генов в других видах – их «фенотипические эффекты» – составляют важную часть окружающей среды, в которой происходит естественный отбор генов у соседних видов. Тропический лес – особая разновидность окружающей среды, сформированная и определяемая растениями и животными, которые в ней живут. Каждый вид в тропическом лесу состоит из генофонда, изолированного от всех других генофондов, с точки зрения полового перемешивания, но в контакте с их телесными эффектами.

В каждом из этих генофондов естественный отбор благоприятствует тем генам, которые кооперируются в своем собственном генофонде, как мы видели. Но он также благоприятствует тем генам, которые хороши в выживании рядом с проявлениями других



генофондов в тропическом лесу – деревьями, лианами, обезьянами, навозными жуками, мокрицами и почвенными бактериями. В конечном счете, это может заставить целый лес быть похожим на единое гармоничное целое, где каждая единица действует ради общего блага, каждое дерево и каждый почвенный клещ, даже каждый хищник и каждый паразит играет свою роль в одной большой, счастливой семье. Еще раз, это заманчивый способ смотреть на вещи. Еще раз, это ленивый способ – плохая поэтическая наука. Намного более правильное видение, то же поэтическая наука, но хорошая поэтическая наука (и цель настоящей главы – убедить вас в этом), рассматривает лес как анархичную федерацию эгоистичных генов, каждый из которых отобран за успешность в выживании в его собственном генофонде, на фоне окружающей среды, обусловленной всеми другими.

Да, есть слабое ощущение, что организмы в тропическом лесу предоставляют необходимые услуги другим видам и даже поддерживают целое лесное сообщество. Несомненно, если удалить все почвенные бактерии, последствия для деревьев и, в конечном счете, для большей части живности леса, будут ужасными. Но не в этом причина присутствия там почвенных бактерий. Да, конечно, они действительно расщепляют мертвые листья, мертвые животных и навоз в компост, что полезно для непрерывного процветания всего леса. Но они это делают не ради создания компоста. Они используют мертвые листья и мертвых животных как пищу для себя, на благо генов, которые программируют их действия по созданию компоста. Побочным последствием этой корыстной деятельности является то, что почва улучшается с точки зрения растений, а следовательно травоядных животных, которые их едят, а следовательно хищных животных, которые едят травоядных. Виды в сообществе тропического леса процветают в присутствии других видов этого сообщества, потому что сообщество представляет собой окружающую среду, в которой выживали их предки. Возможно, есть растения, процветающие и в отсутствие богатой культуры почвенных бактерий, но это не те растения, которые мы находим в тропическом лесу. Мы, скорее, найдем их в пустыне.

Таков правильный способ поступить с искушением «Геи»: переоцененным романтическим образом целого мира как организма; каждого вида, вносящего свою лепту в благосостояние целого; бактерий, например, работающих, чтобы улучшить газосодержание атмосферы земли во благо всей жизни. Самый крайний пример, который мне известен о подобного рода плохой поэтической науке, был получен от известного и старшего «эколога» (кавычки указывают на активиста зеленой политики, а не на подлинного специалиста научной дисциплины экологии). Его сообщил мне профессор Джон Мэйнард Смит, посетивший конференцию, спонсируемую Открытым университетом в Великобритании. Разговор перешел к массовому вымиранию динозавров, и была ли эта катастрофа вызвана столкновением с кометой. Бородатый эколог не испытывал сомнений. «Конечно, нет», – сказал он решительно, «Гея не допустит этого!»

Гея была греческой богиней земли, чье имя было принято на вооружение Джеймсом Лавлоком, английским специалистом по химии атмосферы и изобретателем, чтобы персонифицировать свое поэтическое представление, что всю планету нужно расценивать как единое живое существо. Все живущие существа представляют собой части тела Геи, и они работают вместе как отлаженный термостат, реагируя на возмущения, чтобы сохранить всю жизнь. Лавлока явно смущают те, кто подобно экологу, которого я только что цитировал, чрезмерно увлеклись его идеей. Гея стала культом, почти религией, и Лавлок теперь, по понятным причинам, хочет дистанцироваться от этого. Но некоторые из его собственных ранних предположений, если подумать, лишь немного более реалистичны. Он предположил, например, что бактерии производят газ метан из-за ценной роли, которую он играет в регулировании химии земной атмосферы.

Проблема здесь состоит в том, что от отдельных бактерий требуется быть более милыми, чем можно объяснять естественным отбором. Предполагается, что бактерии должны производить метан помимо собственных потребностей. Ожидается, что они произведут достаточно метана, чтобы приносить пользу планете в целом. Бесполезно

ссылаться на то, что это в их собственных долгосрочных интересах, мол, если планета вымрет, они тоже. Естественный отбор никогда не знает отдаленного будущего. Он не знает ни о чем. Усовершенствования появляются благодаря не предвидению, а генам, со временем численно превосходящих своих конкурентов в генофонде. К сожалению, генам, заставляющим мятежные бактерии бездельничать и пользоваться преимуществами альтруистичной выработки метана их конкурентами, обеспечено процветание за счет альтруистов. Таким образом, в мире станет относительно больше эгоистичных бактерий. Это будет продолжаться, даже если из-за их эгоизма общее количество бактерий (и всего остального) будет понижаться. Это будет продолжаться даже вплоть до вымирания. Почему бы и нет? Нет никакого предвидения.

Если бы Лавлок парировал, что бактерии производят метан как побочный продукт чего-то еще, что они делают для своей собственной выгоды, и только случайно это полезно для мира, я бы искренне согласился. Но в этом случае вся риторика Геи излишня и обманчива. Не стоит говорить о бактериях, работающих для пользы чего-нибудь, кроме их собственной краткосрочной генетической выгоды. Мы пришли к заключению, что особи работают для Геи только когда это им удобно – так зачем впутывать Гею в эту дискуссию? Лучше думать о генах, которые реально существуют, как самокопирующиеся единицы естественного отбора, процветающие в окружающей среде, которая включает в себя генетический климат, представленный другими генами. Я вполне готов обобщить понятие генетического климата, чтобы включить все гены во всем мире. Но это не Гея. Гея ложно фокусирует внимание на планетарной жизни как на единой формации. Планетарная жизнь представляет собой меняющуюся картину генетической погоды.

Основным соратником Лавлока как поборника Геи является американский бактериолог Линн Маргулис. Несмотря на сварливый характер, она занимает твердое место на мягкой стороне спектра, который я критикую как плохую поэтическую науку. Здесь она пишет со своим сыном, Дорионом Саганом:

Затем, представление об эволюции как о хронической кровавой конкуренции среди особей и видов, популярное искажение идеи Дарвина о «выживании наиболее приспособленных», распадается перед новым представлением о непрерывном сотрудничестве, активном взаимодействии и взаимной зависимости среди форм жизни. Жизнь пришла к власти на земном шаре не с боем, а благодаря налаживанию взаимосвязей. Формы жизни множились и усложнялись, подлаживая под себя другие, а не просто убивая их.

*«Микрокосмос: четыре миллиарда лет микробной эволюции» (1987)*

Маргулис и Саган находятся во власти поверхностных ощущений, не слишком далеки от того, чтобы быть правыми в данном случае. Но плохая поэтическая наука ввела их в заблуждение, заставив выражаться неправильно. Как я подчеркивал в начале этой главы, противопоставление «сражение против кооперации» является неправильным, чтобы делать на нем акцент. Существует фундаментальный конфликт на уровне генов. Но поскольку окружающая среда генов преимущественно состоит из других генов, сотрудничество и «взаимосвязи» возникают автоматически как пользующееся преимуществом проявление этого конфликта.

Если Лавлок изучает мировую атмосферу, Маргулис подходит с другой стороны, как специалист по бактериям. Она справедливо предоставляет бактериям центральное место среди форм жизни на нашей планете. На уровне биохимии существует ряд фундаментальных способов жизнедеятельности. Они практикуются тем или иным видом бактерий. Один из этих основных рецептов жизни был выбран эукариотами (все, кроме бактерий), и нам он достался от бактерий. Маргулис в течение многих лет с успехом утверждает, что большая часть нашей биохимии реализуется для нас теми, кто были когда-то свободными бактериями, а теперь живут в наших клетках. Вот другая цитата из той же книги Маргулис и Сагана.

Бактерии напротив, демонстрируют гораздо более широкий диапазон метаболических вариаций, чем эукариоты. Они занимаются причудливой ферментацией, производят метан, «поедают» азот прямо из воздуха, получают энергию из капель серы, выделяют в осадок железо и марганец в процессе дыхания, сжигают водород, используя кислород, чтобы заставить воду превращаться в кипяток и раствор соли, хранят энергию при помощи пурпурного пигмента родопсина, и т. д... Мы, однако, используем только один из множества их метаболических приспособлений для производства энергии, а именно аэробное дыхание, специализацию митохондрии. Аэробное дыхание, сложный набор биохимических циклов и цепочек, посредством чего пойманная энергия солнца высвобождается из органических молекул, происходит в митохондриях, мелкие органеллы, кишащие в наших клетках.

Маргулис убедила научный мир, думаю, по праву, что митохондрии произошли от бактерий. У предков митохондрий, когда они жили самостоятельно, эволюционировали биохимические трюки, которые мы называем аэробным дыханием. Мы, эукариоты, пользуемся выгодами этого прогрессивного химического колдовства, потому что в наших клетках содержатся потомки бактерий, которые его открыли. Согласно этой точке зрения, существует непрерывная наследственная линия от современных митохондрий назад к предковым бактериям, свободно живущими в море. Когда я говорю «наследственная линия», я буквально подразумеваю, что свободно живущая бактериальная клетка разделилась на две, и по крайней мере одна из них разделилась на две, и по крайней мере одна из них разделилась на две, и так далее, пока мы не достигнем каждой из ваших митохондрий, продолжающих делиться в ваших клетках.

Маргулис полагает, что первоначально митохондрии были паразитами (или хищниками – различие не важно на этом уровне), нападавшими на большие бактерии, которым суждено было стать эукариотическими клетками. Все еще существуют некоторые бактериальные паразиты, прибегающие к подобному приему, зарываясь через стену клетки жертвы, а затем, оказавшись в безопасности внутри, запечатывая стенки и поедающие клетку изнутри. Предки митохондрий, согласно теории, эволюционировали от убивающих паразитов в менее опасных паразитов, которые оставляют своего хозяина живым, чтобы дольше его эксплуатировать. Еще позже клетки хозяина начали извлекать выгоду из метаболической активности протомитохондрий. Отношения сместились от хищнических или паразитических (хорошо для одной стороны, плохо для другой) к мутуалистическим (хорошо для обоих). По мере того, как мутуализм углублялся, каждый стал больше зависеть от другого, и каждый стал терять те свои части, цели которых лучше всего удовлетворял другой.

В дарвинистском мире такая преданно близкая кооперация эволюционирует только тогда, когда ДНК паразита «продольно» передается поколениям хозяина теми же самыми транспортными средствами, что и ДНК хозяина. На сегодняшний день наши митохондрии все еще обладают своей собственной ДНК, которая лишь отдаленно связана родством с нашей «собственной» ДНК и более близко связана родством с ДНК некоторых бактерий. Но она передается сквозь поколения людей в человеческих яйцеклетках. Паразиты, ДНК которых продольно передается подобным образом (то есть, от родителя хозяина к ребенку хозяину), становятся менее опасными и более кооперирующимися, потому что все, что хорошо для выживания ДНК хозяина, обычно автоматически хорошо для выживания их собственной ДНК. Паразиты, чья ДНК переходит «горизонтально» (от хозяина к какому-то другому хозяину, который как правило не является его собственным ребенком), например вирусы бешенства или гриппа, могут становиться даже более смертельными. Если ДНК должна передаваться горизонтально, смерть хозяина может не быть неприятностью. Крайним случаем мог бы быть паразит, который питается внутри особи хозяина, превращая его плоть в споры, пока та, наконец, не разрывается, рассеивая ДНК паразита по ветру, разносящему ее повсюду в поисках новых хозяев.

Митохондрии – крайне продольные специалисты. Они стали настолько близки с

клетками хозяина, что нам тяжело распознать, что они когда-либо существовали отдельно. Мой оксфордский коллега сэр Дэвид Смит нашел изящное сравнение:

В условиях клетки вторгшийся организм может последовательно терять свои части, медленно смешиваясь в общем фоне, его прежнее существование выдают лишь некоторые реликты. Действительно, это напоминает Алису в Стране Чудес, встретившуюся с Чеширским Котом. Когда она смотрела на него, «он исчезал не спеша, начиная с хвоста и заканчивая улыбкой, которая оставалась некоторое время после того, как все остальное исчезло». Есть множество объектов в клетке, похожих на улыбку Чеширского Кота. Для тех, кто старается проследить их происхождение, улыбка является манящей и действительно загадочной.

**«Клетка как среда обитания» (1979)**

Я не вижу никакого сильного различия между отношением митохондриальной ДНК к ДНК хозяина и отношениями между одним геном и другим в нормальном, обычном генофонде «собственных» генов вида. Я утверждал, что все наши «собственные» гены должны считаться взаимно паразитирующими по отношению друг к другу.

Другой реликтовой улыбкой, теперь довольно бесспорной, является хлоропласт. Хлоропласты – маленькие тельца в клетках растений, которые занимаются фотосинтезом – накоплением солнечной энергии и использованием ее для синтеза органических молекул. Эти органические молекулы могут быть позже разрушены, и энергия высвобождается контролируемым способом, когда потребуется. Хлоропластам растения обязаны своим зеленым цветом. Теперь общепризнанно, что они произошли от фотосинтетических бактерий, родственников «сине-зеленых» бактерий, которые все еще свободно плавают сегодня и ответственны за «цветение» в грязной воде. Процесс фотосинтеза у этих бактерий тот же, что и в хлоропластах эукариот. Хлоропласты, по мнению Маргулис, были захвачены способом, отличным от захвата митохондрий. Если предки митохондрий агрессивно вторгались в больших хозяев, предки хлоропластов были добычей, первоначально поглощаемой в качестве пищи, у которых лишь позже эволюционировали мутуалистические связи со своими захватчиками, снова же несомненно, из-за того, что их ДНК стала передаваться продольно вдоль поколений хозяев.

Более спорным Маргулис считает то, что еще одна разновидность бактерий, спирально двигающаяся спирохета, вторглась в раннюю эукариотическую клетку и обеспечила ее такими двигательными структурами как реснички, жгутики и «веретеном деления», которое растаскивают хромосомы друг от друга при делении клетки. Реснички и жгутики – лишь разноразмерные версии друг друга, и Маргулис предпочитает называть их обе «ундулаподии». Она приберегает название жгутик для внешне похожей, но в действительности совсем другой кнутаподобной структуры, которую некоторые бактерии используют, чтобы грести (более подходящий глагол – «ввинчиваться») вперед. Бактериальный жгутик, кстати, замечателен тем, что только у него в животном царстве есть настоящий вращающийся подшипник. Это единственный важный пример природного «колеса», или, по крайней мере, оси до повторного изобретения ее людьми. Реснички и другие ундулаподии эукариот более сложны. Маргулис отождествляет каждую отдельную ундулаподию с целой бактерией спирохетой, так же как отождествляет с целой бактерией каждую митохондрию и каждый хлоропласт.

Идея приспособить бактерии, чтобы выполнить некоторый трудный биохимический прием, вновь и вновь всплывала в более поздней эволюции. У глубоководных рыб есть люминесцентные органы, предназначенные, чтобы подавать сигнал друг к другу и даже чтобы находить дорогу. Вместо того, чтобы браться за трудную химическую задачу создания света, они приспособили бактерий, которые специализируются в этом искусстве. Люминесцентный орган рыбы представляет собой сумку тщательно культивируемых бактерий, которые испускают свет в качестве побочного продукта своих собственных биохимических целей.

Таким образом, у нас есть целый новый взгляд на индивидуальный организм. Не только животные и растения участвуют в сложных сетях взаимосвязей друг с другом, и с особями других видов, в популяциях и сообществах, таких как тропический лес или коралловый риф. Каждое отдельное животное или растение представляет собой сообщество. Это сообщество миллиардов клеток, и каждая из этих миллиардов клеток является сообществом тысяч бактерий. Я пошел бы дальше и сказал бы, что даже «собственные» гены вида – сообщество эгоистичных кооператоров. Теперь нас искушает еще одна часть поэтической науки, поэзия иерархии. Есть единицы в пределах больших единиц, не только до уровня индивидуального организма, но и еще выше, поскольку организмы, живут в сообществах. Не происходит ли на каждом уровне в иерархии симбиотическое сотрудничество между единицами уровнем ниже, единицами, некогда бывшими независимыми?

Возможно, в этом есть какой-то смысл. Термиты ведут очень успешную жизнедеятельность, поедая дерево и продукты древесины, вроде книг. Но, в очередной раз, необходимые химические трюки не выполняются естественным путем в собственных клетках термита. Так же как невооруженная эукариотическая клетка должна заимствовать биохимические способности митохондрий, так же кишечник термита самостоятельно не может переваривать древесину. Они полагаются на симбиотические микроорганизмы, чтобы выполнить задачу по перевариванию древесины. Сам термит существует за счет микроорганизмов и их выделений. Эти микроорганизмы – странные и специализированные существа, большей частью нигде больше в мире не встречающиеся, кроме как в кишечниках своего собственного вида термитов. Они зависят от термитов (находящих древесину и физически разжевывающих ее на мелкие части), так же как термиты зависят от них (разлагающих ее на еще меньшие молекулярные части, используя ферменты, которых нет у самих термитов). Некоторые из этих микроорганизмов – бактерии, некоторые – простейшие (одноклеточные эукариоты), а некоторые – замечательная комбинация их двух. Замечательная из-за своего рода эволюционного дежавю, которое значительно добавляет правдоподобия предположению Маргулис.

*Mixotricha paradoxa* – жгутиковое простейшее животное, живущее в кишечнике австралийского термита *Mastotermes darwiniensis*. У него на переднем конце имеются четыре большие реснички. Маргулис, конечно, полагает, что они сами были первоначально получены от симбиотических спирохет. Но, хотя это может быть спорным, есть вторая разновидность маленьких, машущих, похожих на волоски выступов, относительно которых нет сомнений. Покрывая остальную часть тела, они похожи на реснички: вроде тех, которые ритмично пульсируют, гоня наши яйцеклетки вниз по маточным трубам. Но это не реснички. Каждая из них – а их приблизительно полмиллиона – является крошечной бактерией спирохетой. На самом деле, задействованы два весьма различных вида спирохет. Именно эти машущие бактерии продвигают миксотриху по кишечнику термита, и сообщается, что они машут в унисон. В это, кажется, трудно поверить, пока вы не поймете, что каждый взмах может быть легко спровоцирован их непосредственным соседом.

Четыре больших реснички спереди, похоже, служат только в качестве рулей. Их можно охарактеризовать как собственные реснички миксотрихи, для различения от ресничек спирохет, покрывающих остальную часть тела. Но конечно, если Маргулис права, они на самом деле не больше принадлежат миксотрихе, чем реснички спирохет: они лишь представляют более раннее вторжение. Дежавю заключается в повторном выходе на сцену новых спирохет, в драме, которая впервые была поставлена миллиард лет назад. Так получилось, что миксотриха не может использовать кислород, потому что его недостаточно в кишечнике термита. Иначе, мы можем быть в этом уверены, они непременно содержали бы митохондрии – пережиток еще одной древней волны бактериального вторжения. Но в любом случае, в них действительно содержатся другие симбиотические бактерии, которые, вероятно, выполняют биохимическую роль, аналогичную митохондриям, возможно, помогая в трудной задаче переваривания древесины.

Одна особь миксотрихи, поэтому, представляет собой колонию, содержащую, по

крайней мере, полмиллиона симбиотических бактерий различных видов. С функциональной точки зрения, как механизм, переваривающий древесину, отдельный термит является колонией, возможно, стольких же симбиотических микроорганизмов в своем кишечнике. Не забывайте, что даже не считая «недавних» интервентов в его кишечную флору, «собственные» клетки термита, как и клетки любой другой эукариоты, сами являются колониямиnamного старших бактерий. И наконец, термиты довольно специфичны в том, что сами они живут крупными колониями главным образом бесплодных рабочих насекомых, которые разоряют местность более эффективно, чем почти любой другой вид животных, кроме муравьев – и они успешны по той же причине. Колонии термитов могут содержать до миллиона отдельных рабочих термитов. Этот вид – прожорливый вредитель в Австралии, пожирающий телеграфные столбы, пластиковую обмотку электрических кабелей, деревянные здания и мосты, даже бильярдные шары. Быть колонией колоний колоний – кажется, успешный рецепт для жизни.

Я хочу вернуться к точке зрения генов и подтолкнуть идею универсального симбиоза – «сожительства» – к ее окончательному заключению. Маргулис справедливо считается верховной жрицей симбиоза. Как я сказал ранее, я зайду еще дальше, и буду расценивать все «нормальные» ядерные гены как симбиотические точно так же, как митохондриальные гены. Но если Маргулис и Лавлок обращаются к поэзии сотрудничества и дружелюбия как на первичное в союзе, я хочу сделать противоположное и рассмотреть ее как побочное следствие. На генетическом уровне все эгоистично, но эгоистичным целям генов служит кооперация на многих уровнях. Что касается самих генов, отношения между нашими «собственными» генами в принципе не отличаются от отношений между нашими и митохондриальными генами, или нашими генами и генами других видов. Все гены были отобраны на их способность процветать в присутствии других генов – любого вида – чьи эффекты их окружает.

Сотрудничество в генофонде по созданию сложных тел часто называют коадаптацией, в отличие от коэволюции. Под коадаптацией обычно имеют в виду взаимную адаптацию различных частей одного и того же организма к другим частям. Например, многие цветы имеют и яркий цвет, чтобы привлечь насекомых, и темные линии, которые действуют как путеводители, ведущие насекомых к нектару. Цвет, линии и нектар помогают друг другу. Они коадаптированы друг к другу, гены, которые их создают, были отобраны в присутствии друг друга. Коэволюция обычно означает совместную эволюцию различных видов. Цветы и насекомые, которые их опыляют, эволюционируют вместе – коэволюционируют. В этом случае коэволюционные отношения взаимовыгодны. Слово коэволюция также используется для враждебной разновидности совместной эволюции – коэволюционной «гонки вооружений». Быстрый бег хищников коэволюционирует с быстрым бегом их жертв. Толстая броня коэволюционирует с оружием и методами ее преодоления.

Хотя я только что провел ясное различие между «внутривидовой» коадаптацией и «межвидовой» коэволюцией, мы теперь можем видеть, что определенное их смешение простительно. Если придерживаться мнения, как я в этой главе, что взаимодействие генов – это всего лишь взаимодействие генов, на любом уровне, коадаптация оказывается лишь особым случаем коэволюции. Что касается самих генов, «внутривидовая» фундаментально не отличается от «межвидовой». Различие связано с применением на практике. В пределах вида гены встречаются своих компаньонов внутри клеток. Между видов их эффекты на внешний мир могут столкнуться с эффектами других генов, снаружи, во внешнем мире. Промежуточные случаи, такие как внутренние паразиты и митохондрии, показательны, потому что они стирают различие.

Скептики естественного отбора часто беспокоятся по следующему поводу. Естественный отбор, говорят они, является чисто негативным процессом. Он удаляет неприспособленных. Как такое негативное удаление может играть положительную роль в создании сложной адаптации? Большая часть ответа заключается в комбинации коэволюции и коадаптации, двух процессов, которые, как мы только что видели, не слишком далеки друг

от друга.

Козволюция, подобно человеческой гонке вооружений, является рецептом для прогрессивного наращивания усовершенствований (я, конечно, имею в виду усовершенствования эффективности того, что они делают; безусловно, с гуманной точки зрения, «усовершенствование» вооружений – изменение лишь к худшему). Если хищники становятся лучше в своем деле, добыча должна последовать в том же направлении, чтобы только оставаться на одном и том же месте. И наоборот. То же самое справедливо для паразитов и хозяев. Эскалация порождает дальнейшую эскалацию. Это приводит к реальному прогрессивному улучшению оснащения для выживания, даже если не приводит к улучшению самого выживания (потому что, в конце концов, другая сторона в гонке вооружений также становится эффективней). Поэтому козволюция – гонки вооружений, совместная эволюция генов в различных генофондах – является одним из ответов скептику, который думает, что естественный отбор – сугубо негативный процесс.

Другой ответ – коадаптация, совместная эволюция генов в одном и том же генофонде. В генофонде гепарда плотоядные зубы работают лучше всего с плотоядными кишечником и плотоядным поведением. Травоядные зубы, кишечник и поведение формируют альтернативный комплекс в генофонде антилопы. На генном уровне, как мы видели, отбор складывает гармоничные комплексы, не выбирая комплексы целиком, а благоприятствуя каждой части комплекса в генофонде, в котором преобладают другие части комплекса. В генофонде с меняющимся сочетанием может существовать больше чем одно устойчивое решение одной и той же проблемы. Как только в генофонде начинает преобладать одно устойчивое решение, дальнейший отбор эгоистичных генов благоприятствует компонентам того же решения. Другое решение могло бы быть поддержано с тем же успехом, если бы стартовые условия были другими. В любом случае, волнения скептика о том, не является ли естественный отбор чисто негативным, изымающим процессом, успокоены. Естественный отбор позитивен и конструктивен. Он не более отрицателен, чем скульптор, удаляющий мрамор с блока. Он вырезает из генофондов комплексы совместных взаимодействий, коадаптированные гены: эгоистичные в своей основе, но прагматично кооперирующиеся. Единицей, вырезаемой дарвинистским скульптором, является генофонд вида.

Я уделил место в последних главах предостережению от плохой поэзии в науке. Но остальная часть моей книги противоположна. Наука является поэтической, должна быть поэтической, должна еще многому научиться у поэтов и должна использовать хорошие поэтические образы и метафоры для своего вдохновения. «Эгоистичный ген» – это метафорический образ, потенциально хороший, но, к сожалению, способный вводить в заблуждение, если метафору персонификации понимать неправильно. Истолкованный правильно, он может вести нас дорогой глубокого понимания и плодотворного исследования. В этой главе была использована метафора персонифицированного гена, чтобы объяснить смысл, в котором «эгоистичные» гены являются также «кооперирующимися». Ключевой образ, который будет предложен в следующей главе – это образ генов вида как подробного описания ряда окружающих условий, в которых жили их предки – генетическая книга мертвых.

## 10. Генетическая Книга Мертвых

*Помните мудрость из былых времен...*

**Уильям Йейтс, «Ветер в камышах» (1899).**

Первое сочинение, которое я помню пишется в школе, было «Дневник Пенни». Вы должны были вообразить себя монетой и рассказать вашу историю о том, как вы некоторое время лежали в банке, пока вас не выдали клиенту, что чувствовали, позвякивая в кармане с другими монетами, как вами расплатились за покупку, затем как вами дали сдачу другому

клиенту и затем... что ж, вы, вероятно, сами писали подобное сочинение. Полезно поразмышлять о таком же самом пути гена, путешествующего не из кармана в карман, а из тела в тело, по поколениям. И первое, что аналогично монете – это, конечно, то, что персонификация гена не должна восприниматься буквально, не больше, чем мы, семилетние, всерьез полагали, что наши монеты могут разговаривать. Персонификация иногда – полезный прием, и для критиков обвинять нас в принятии её буквально почти столь же глупо, как и буквально само принятие её буквально. Физики не буквально заколдованы своими частицами, и критик, который обвинил бы их в этом, утомительный педант.

Событием «чеканки» гена является мутация, которая приводит к его появлению, изменяя предыдущий ген. Измененной является только одна из многих копий гена в популяции (за одно событие мутации, но идентичная мутация может изменить другую копию гена в генофонде в другое время). Другие продолжают делать копии оригинального гена, который теперь может считается конкурирующим с мутантной формой. Создание копий – конечно, то, к чему гены, в отличие от монет, в высшей степени способны, и наш дневник гена должен включать приключения не отдельных атомов, из которых складывается ДНК, а приключения ДНК в виде многократных копий в последовательных поколениях. Как показала последняя глава, большая часть «приключений» гена в прошлых поколениях состоит в притирании к другим генам данного вида, и именно поэтому они так дружно сотрудничают в коллективном предприятии строительства тел.

Теперь давайте зададим вопрос: «Все ли гены вида в прошлом пережили одни и те же „приключения“?». Главным образом это так. Большинство генов буйвола могут оглянуться на длинную цепь тел буйволов, которые наслаждались или страдали от общих событий жизни буйвола. Тела, в которых эти гены выживали, включали самцов и самок, больших и малых, и так далее. Но есть подмножества генов с отличным жизненным опытом, например гены, которые определяют пол. У млекопитающих Y хромосомы встречаются только у самцов и не обмениваются генами с другими хромосомами. Таким образом, у гена, находящегося на хромосоме Y, был ограниченный жизненный опыт в телах буйвола: только в самцах. Его жизненный опыт в значительной степени типичен для генов буйвола вообще, но не полностью. В отличие от большинства генов буйвола, он не знает, каково это, находиться в самке буйвола. Ген, который всегда был на хромосоме Y, начиная с возникновения млекопитающих в эпоху динозавров, имеет опыт в телах самцов многих различных видов, но никакого опыта в телах самок какого-либо вида. В случае X-хромосомы дело сложнее. У млекопитающих мужского пола есть одна X хромосома (унаследованная от матери, плюс одна хромосома Y, унаследованная от отца), в то время как самки имеют две X-хромосомы (по одной от каждого родителя). Таким образом, каждый ген X-хромосомы испытал на себе тела и самцов, и самок, но две трети его жизненного опыта были в телах самок. У птиц ситуация обратная. У самки птицы имеются неравные половые хромосомы (которые мы можем также назвать X и Y по аналогии с млекопитающими, хотя официальная терминология птиц отличается), а у самцов две одинаковых (XX).

Все гены других хромосом имели равный опыт тел самцов и самок, но их опыт может быть неодинаков в других отношениях. Ген проведет больше времени, чем его справедливая доля, в телах предков, которые обладают любыми качествами, которые этот ген кодирует – длинные ноги, толстые рога, или что бы там ни было, особенно если это – доминантный ген. Почти столь же очевидно, что все гены скорее всего провели большее предкового времени в успешных, а не в неудачливых телах. Существует много неудачливых тел, и они содержат свой полный набор генов. Но они имеют тенденцию не иметь потомков (именно это означает быть неудачливым), поэтому ген, который оглядывается на свою биографию прошлых тел, заметит, что все тела были успешны (по определению), и, возможно, большинство (но не все) обладали тем, что необходимо, чтобы быть успешными. Разница в том, что особи, которые не оснащены, чтобы быть успешными, несмотря на это иногда имеют потомство. И особи, которые прекрасно оснащены, чтобы выжить и размножиться при обычных условиях, иногда поражает молния.



Если, как у некоторых оленей, тюленей и обезьян, самцы вида формируют иерархию подчинения, и доминирующие самцы участвуют в большей части воспроизводства, то из этого следует, что гены этого вида будут иметь больше опыта в телах доминирующих самцов, чем подчиненных. (Заметьте, что мы больше не используем термин доминантный в его специальном, генетическом смысле, антонимом которого является рецессивный, а используем доминирующий в его обычном, лингвистическом смысле, где антонимом является подчиненный.) В каждом поколении большинство самцов являются подчиненными, но их гены, оглядываясь назад, все равно увидят прочную цепь доминирующих предков мужского пола. В каждом поколении большинство особей порождено доминирующим меньшинством предыдущего поколения. Таким же образом, фазаны, вид, в котором, как мы предполагаем, большинство оплодотворений совершается красивыми (для самок) самцами, большинство генов, находятся ли они теперь в самках, в некрасивых или в красивых самцах, может оглянувшись увидеть длинную цепь красивых предков мужского пола. Гены обладают большим опытом жизни в успешных телах, чем в неудачливых.

В той мере, в какой гены вида имеют регулярный и периодический опыт жизни в подчиненных телах, мы можем рассчитывать на наблюдение условной стратегии «максимально эффективно применять то, что есть». У тех видов, где успешные самцы драчливо защищают многочисленные гаремы, мы иногда замечаем подчиненных самцов, использующих альтернативные стратегии «исподтишка» для того, чтобы получить мимолетный доступ к самкам. Тюлени обладают одним из самых гаремодоминантных сообществ в животном мире. В некоторых популяциях, более 90 процентов совокуплений постигается менее чем 10 процентами самцов. Большинство холостых самцов в стаде, выжидая своего момента, чтобы сместить одного из хозяйничающих в гареме быков, готовы к возможности совокупления со временно оставленными без присмотра самками. Но, для такой альтернативной мужской стратегии, которой благоприятствовал естественный отбор, должна существовать, по крайней мере, значительная струйка генов, которые прокрадывались из поколения в поколение через совокупления исподтишка. В таком случае, выражаясь языком «дневника генов», по крайней мере некоторые гены хранят запись и подчиненных самцов в своем прошлом жизненном опыте.

Не поймите неправильно слово «опыт». Речь идет не только о том, что слово должно пониматься метафорически, а не буквально. Это, я надеюсь, очевидно. Менее очевидно, что мы получаем гораздо более выразительную метафору, если представляем себе весь генофонд вида, а не один ген, как сущность, которая приобретает опыт из прошлого своих предков. Это еще один аспект нашей доктрины «эгоистичного кооператора». Позвольте мне попытаться расшифровать, что значит говорить о виде, или его генофонде, который обучается на собственном опыте. За эволюционное время виды изменяются. В любом поколении, конечно, вид состоит из множества отдельных его членов, живущих на тот момент. Очевидно, этот набор изменяется, когда рождаются новые члены, а старые умирают. Это изменение само по себе не заслуживает того, чтобы считаться получающим выгоду от опыта, но статистическое распределение генов в популяции может систематически сдвигаться в некотором заданном направлении, и это представляет собой «опыт вида». Если подкрадывается ледниковый период, то будет встречаться все больше особей с толстым волосатым покровом. Особи, которым посчастливилось быть волосатыми, в каждом поколении, как правило, вносят больший вклад в потомство, чем их справедливая доля, и в результате гены волосатости перейдут к следующему поколению. Набор генов в популяции в целом — и, следовательно, генов, которые вероятно, будут содержаться в типичной среднестатистической особи — будет все больше и больше смещаться в сторону генов волосатости. То же самое происходит и с другими типами генов. С течением поколений, весь набор генов вида — генофонд — вырезается и выстругивается, замешивается и формируется настолько, что становится хорош в создании успешных особей. Именно в этом смысле я говорю, что вид обучается на своем опыте в искусстве строительства хороших тел особей, и он хранит свой опыт в закодированной форме в наборе генов генофонда. Геологическое

время – масштаб, на котором виды становятся опытными. Информация, которая набирается с опытом – это информация о предковой окружающей среде, и о том, как в ней выжить.

Вид – это усредняющий компьютер. Он выстраивает поколение за поколением, статистическое описание миров, в которых предки сегодняшних представителей этих видов жили и размножались. Это описание написано на языке ДНК. Оно находится не в ДНК каждого индивида, но совокупно в ДНК – эгоистичных кооператорах – всей размножающейся популяции. Возможно, «выборка информации» лучше отражает суть, чем «описание». Если вы найдете тело животного, новый вид, ранее неизвестный науке, знающий зоолог сможет исследовать и анатомировать каждую его деталь, способен «прочитать» его тело и рассказать нам об окружении, в котором жили его предки: пустыне, тропическом лесу, арктической тундре, умеренной лесистой местности или коралловом рифе. Зоолог должен быть также способен сказать вам, читая его зубы и кишечник, чем животное питалось. Плоские, подобные жерновам зубы и длинный кишечник со сложными тупиками указывают, что это было травоядное животное; острые, режущие зубы и короткий, несложный кишечник указывают на плотоядное животное. Лапы животного, его глаза и другие органы чувств разъясняют способ, которым оно перемещалось, и как оно искало пищу. Его полосы или пятна, его усики, рога или гребешки обеспечивают, для посвященного, чтение сведений о его социальной и половой жизни.

Но у зоологической науки впереди длинный путь. Современная зоология может «прочитать» тело вновь обнаруженного вида только до степени грубого, качественного вердикта о его вероятной среде обитания и образе жизни. Зоология будущего занесет в компьютер еще многие параметры анатомии и химии «читаемого» животного. Что еще более важно, мы не будем проводить измерения отдельно. Мы усовершенствуем математические методы объединения информации о зубах, кишечнике, химии желудка, социальной окраске и средствах защиты, крови, костях, мускулах и связках. Мы объединим методы анализа взаимосвязи этих параметров друг с другом. Компьютер, объединив все, что известно о теле неизвестного животного, построит подробную, количественную модель мира, или миров, в которых выжили предки животного. Это, мне кажется, равносильно утверждению, что животное, любое животное, это модель или описание его собственного мира, а точнее миров, в которых естественным отбором отбирались гены его предков.

В некоторых случаях тело животного – это описание мира в прямом смысле, его наглядное представление. Палочник живет в мире из веток, и его тело – репрезентативный слепок веток, листьев, трещин, почек и всего остального. Волосяной покров оленя – пестрая картина лесной подстилки, освещенной солнечным светом, проходящим сквозь деревья. Пяденицы являются моделью лишайника на коре дерева. Но так же, как искусство не должно быть буквальным и репрезентативным, животные, можно сказать, отражают свой мир по-другому: импрессионистским, скажем, или символическим. Художник, пытающийся эффектно изобразить скорость полета, едва ли смог бы сделать что-то лучшее, чем формой стрижа. Возможно потому, что у нас есть интуитивное понимание обтекаемости форм, может быть потому, что мы привыкли к стреловидной красоте современных реактивных самолетов, может быть потому, что мы получили определенные знания физики турбулентности и числа Рейнольдса, в этом случае мы можем сказать, что форма стрижа воплощает в себе закодированные факты о вязкости воздуха, в котором летали его предки. Как бы там ни было, мы рассматриваем стрижа как деталь, соответствующую миру высокоскоростных полетов, как рука соответствует перчатке, впечатление усиливается, когда мы сопоставляем его с неуклюжестью стрижа, оказавшегося на земле и неспособного взлететь.

Крот не в буквальном смысле имеет форму подземного туннеля. Возможно, он своего рода негативное изображение тоннеля, принявшее форму, позволяющую через этот туннель протиснуться. Его передние лапы не похожи на почву буквально, но они напоминают лопаты, которые, благодаря опыту или интуиции, мы можем рассматривать как функциональное дополнение к почве: лопаты, приводимые в действие сильными мускулами

для копания почвы. Есть еще более поразительные случаи, когда животное, или часть животного, не буквально отображает свой мир, но соответствует некоторой его части, на манер перчатки. Спиральное брюшко рака-отшельника – закодированный образ раковин моллюсков, в которых жили гены его предков. Или, можно сказать, что гены рака-отшельника содержат закодированные предсказания о проявлениях мира, в котором краб окажется. Поскольку современные улитки и моллюски – в среднем такие же, как и древние улитки и моллюски, раки-отшельники все также подогнаны к ним и выживают – предсказание сбывается.

Виды крошечного клеща приспособлены ездить в точном месте на внутренней части клешнеподобных мандибул особой касты рабочих бродячих муравьев. Другой вид клеща приспособлен ездить на первом суставе одной антенны бродячего муравья. Каждый из этих клещей принял такую форму, чтобы соответствовать своей определенной среде обитания, как ключ соответствует замку (профессор К. В. Реттенмейер сообщил мне – к моему сожалению – что нет ни одного клеща, приспособленного для левых антенн, и других, приспособленных для правых). Так же, как ключ содержит (взаимодополняюще или в виде негатива) информацию о своем собственном замке (информацию, без которой дверь не может быть открыта), так же клещ содержит информацию о своем мире, в данном случае о форме сустава насекомого, где он размещается. (Паразиты – часто очень специализированные ключи, соответствующие замкам своих хозяев намного более детально, чем хищники, по-видимому, потому что для хищника нетипично нападать только на один вид хозяина. У выдающегося биолога Мириам Ротшильд есть запас восхитительных примеров, включая «червя, который живет исключительно под веками гиппопотама и питается его слезами».)

Иногда приспособление животного к миру интуитивно ясно, или благодаря здравому смыслу, или наметанному глазу инженера. Любой может понять, почему перепончатые лапы настолько распространены среди животных, которые часто входят в воду – утки, утконосы, лягушки, выдры и другие. Если вы сомневаетесь, наденьте пару резиновых ласт и испытайте чувство мгновенного облегчения при плавании. Вам, возможно, было бы даже жаль, что вы не родились с лапами лягушки, пока вы не выйдете из воды и не попытаетесь ходить в ваших ластах. Мой друг Ричард Лики, палеоантрополог, борец за охрану природы и герой Африки, потерял обе ноги в авиакатастрофе. Теперь у него есть две пары протезов ног: одна пара с обувью, очень большая для устойчивости и прочно затягиваемая, чтобы ходить, и другая пара с ластами для плавания. Конечности, которые хороши для одного образа жизни, плохи для другого. Трудно спроектировать животное, которое может делать две такие разные вещи хорошо.

Любой может понять, почему у выдр, тюленей и других дышащих воздухом животных, которые живут в воде, часто имеются ноздри, которые могут быть закрыты по их желанию. Опять же, пловцы часто прибегают к изобретениям, в этом случае возник зажим для носа, напоминающий прищепку для белья. Любой, наблюдая за муравьедом, питающимся через отверстие в муравейнике или термитнике, может быстро понять, почему они украшены длинным тонким носом и липким языком. Это верно не только для специализированных муравьедов Южной Америки, но и неблизкородственных с ними ящеров и трубказубов из Африки, и еще менее близкородственного сумчатого муравьеда и связанных с ними очень далеким родством ехидн Австралии. Менее очевидно, почему у всех млекопитающих, которые едят муравьев или термитов, низкая скорость метаболизма – низкая температура тела по сравнению с большинством млекопитающих, и соответственно низкий уровень биохимического обмена.

Наши зоологи будущего, чтобы восстановить предковые миры и их генетические описания, должны будут заменить интуитивный здравый смысл систематическим исследованием. Вот как они могли бы поступить. Начать с составления списка животных, которые не очень тесно связаны друг с другом родством, но которые объединены важным аспектом их жизни. Водоплавающие млекопитающие были бы хорошим примером. Имеется

более десятка отдельных случаев, когда наземные млекопитающие вернулись, чтобы жить, полностью либо частично, в воде. Мы знаем, что они делали это независимо друг от друга, потому что их близкие родственники до сих пор живут на суше. Пиренейская выхухоль является своего рода водным кротом, тесно связанная родством с нашим знакомым роющим кротом. Выхухоли и кроты – представители отряда насекомоядных. Другие представители насекомоядных, которые эволюционировали независимо для жизни в пресной воде, включают водных землероек, один водный вид исключительно Мадагаскарской группы щетинистых ежей и три вида родственных выдровых землероек. Это четыре отдельных возвращения к воде только среди насекомоядных. Все четыре – более близкие родственники животных, живущих на суше, чем других пресноводных видов в этом списке. Мы должны считать трех выдровых землероек как одно возвращение в воду, потому что они родственны друг другу и, вероятно, все произошли от недавнего водного предка.

Выжившие киты, вероятно, представляют собой не более чем два отдельных возвращения в воду: зубатые киты (включая дельфинов) и усатые киты. Выжившие дюгоны и ламантины – близкие родственники друг от друга, и, конечно, их общий предок тоже жил в море: и они, таким образом, представляют только одно возвращение в море. В семействе свиней большинство живет на суше, но бегемоты частично вернулись жить в воду. Бобры и настоящие выдры – пример других животных, предки которых возвратились к воде. Их можно напрямую сравнить с родственниками, оставшимися на суше, скажем луговыми собачками в случае бобров и барсуками в случае выдр. Норка является представителем того же рода, что и ласки и горностаи (что ставит их так же близко друг к другу, как лошадей, зебр и ослов друг к другу), но они полуводные и имеют частично перепончатые лапы. Существует южноамериканский водяной опоссум, или плавуны, которого можно напрямую сравнить с его сухопутными родственниками среди опоссумов. Среди млекопитающих Австралии, откладывающие яйца утконосы живут в основном в воде, ехидны на земле. Мы можем составить приличный список подходящих пар: каждая независимо эволюционировавшая водная группа в паре с самым близким родственником, которого мы смогли обнаружить из тех, кто остался на суше.

Если имеется список подобранных пар, можно сразу заметить некоторые очевидные вещи. У большинства водных обитателей есть по крайней мере частично перепончатые лапы; у некоторых есть хвост, который приобрел форму весла. Они настолько же очевидны, как и длинный, липкий язык, общий у муравьедов. Но, как муравьеды разделяют низкий уровень метаболизма, вероятно, существуют менее очевидные особенности, разделяемые водными млекопитающими, в отличие от своих наземных родственников. Как мы их обнаружим? Системным статистическим анализом; возможно, чем-то похожим.

Глядя на наш ряд подобранных пар, мы производим множество измерений, тех же самых измерений что и для остальных животных. Мы измеряем все, что можем анализировать, без априорных ожиданий: ширину таза, радиус глаза, длину кишечника, в десятки раз больше, чем все, возможно, в пропорции к общим размерам тела. Теперь забросьте все измерения в компьютер и предложите ему определить, каким измерениям необходимо придать больший вес, чтобы отличить водных животных от их наземных родственников. Мы можем вычислить число, «показатель различий», просуммировав все измерения, умножив каждое на весовой коэффициент. Компьютер установит веса, полученные для каждого измерения, с целью максимизировать различия, в конечном итоге, между морскими млекопитающими и их наземными коллегами. Коэффициент для перепонки лап предположительно по результатам анализа окажется с высоким весом. Компьютер обнаружит, что целесообразно придать – если вы пытаетесь максимизировать различие между водными и земными животными – множителю индекса перепончатости большее значение, прежде чем добавить его к показателю различий. Другие параметры – которые являются общими для млекопитающих без учета влажности их мира – должны быть умножены на ноль, чтобы устранить не относящееся к делу и сбивающий вклад во взвешенную сумму.

В конце анализа мы смотрим на весовые коэффициенты всех наших параметров. Те, которые выходят с высоким весом, как коэффициент перепончатости лап – это параметры, которые имеют какое-то отношение к водному образу жизни. Перепончатость очевидна. Мы надеемся на то, что анализ раскроет и другие важные различающие факторы, которые не настолько очевидны. Биохимические параметры, например. Когда мы их получим, мы можем затем почесать голову и задаться вопросом, какую связь они имеют с проживанием в воде или на суше. Это позволяет выдвинуть гипотезы для дальнейших исследований. Даже если этого не произойдет, любые параметры, которые дают нам статистически значимое различие между животными, выбравшими какой-либо образ жизни, и их родственниками, выбравшими иной, вероятно, скажут нам что-то важное об этом образе жизни.

Мы можем сделать то же самое с генами. Без любых априорных гипотез о том, что делают гены, мы осуществляем систематический поиск генетических подобию между неродственными водными животными, которые не разделяются их сухопутными близкими родственниками. Если мы обнаруживаем какие-либо сильные и статистически значимые эффекты, даже если мы не понимаем, что делают эти гены, я сказал бы, что то, на что мы смотрим, можно расценивать как генетическое описание водных миров. Естественный отбор, повторю, работает как усредняющий компьютер, выполняя аналог вычислений, мало чем отличающихся от тех, которые мы только что запрограммировали на выполнение в нашем созданном человеком компьютере.

Часто один вид ведет различные образы жизни, которые могут радикально отличаться друг от друга. Гусеница и бабочка, которой она становится, являются представителями одного и того же вида, и все же полученные зоологами реконструкции их образов жизни совершенно отличались бы. Гусеница и бабочка содержат абсолютно одинаковый набор генов, и гены должны описывать обе окружающие среды, но по отдельности. По-видимому многие из них включаются в жующей растения, растущей, гусеничной фазе, и в значительной степени отличный набор генов включается во взрослой, репродуктивной, поедающей нектар фазе.

Самцы и самки большинства видов живут, по крайней мере, немного по-разному. Эти различия доведены до крайности у рыбы удильщика, где самец присоединяется как крошечный паразитический выступ к массивному телу самки. У большинства видов, включая и нас, и самец, и самка содержат большинство генов для того, чтобы быть или самцом, или самкой. Различия заключаются в том, какие гены будут включены. У всех нас есть гены для создания пенисов и гены для создания матки, независимо от нашего пола. (Кстати правильно «Пол», не «гендер». Гендер – грамматический специальный термин, применяемый к словам, а не к существам. На немецком языке гендер девочки нейтрален, но ее пол женский. Языки американских индейцев, как правило, имеют два гендера, живой и неживой. Ассоциация гендера с полом в некоторых группах языков случайна. Есть неплохая шутка, что политически инспирированный эвфемизм – говорить гендер, когда вы имеете в виду пол – является, стало быть, частью западного империализма.) Наш зоолог будущего, читая тело мужчины или женщины, получил бы неполную картину наследственных миров вида. С другой стороны, генов любого представителя вида было бы почти достаточно, чтобы восстановить полную картину диапазона образов жизни, которые испытал на себе вид.

Паразитирующие кукушки – курьез, и увлекательный курьез, с точки зрения «Генетической книги мертвых». Как известно, они воспитываются видом приемных родителей, а не своим собственным видом. Они никогда не воспитывают свое собственное потомство. Не все воспитываются одним и тем же приемным видом. В Великобритании некоторые выкармливаются луговыми коньками, некоторые камышовками, меньше малиновками, некоторые множеством других видов, но наибольшее число воспитываются завирушками. Между прочим, наш ведущий специалист по завирушкам и автор книги «Поведение завирушек и социальная эволюция» (1992) является также сегодняшним ведущим исследователем биологии кукушек Николасом Дэвисом из Кембриджского университета. Я буду основывать свое описание на работе Дэвиса и его коллеги Майкла

Брука, потому что она прекрасно годится, чтобы быть подытоженной на языке «жизненного опыта» вида в мирах предков. Если не указано иное, я буду ссылаться на обычную для Великобритании кукушку, *Cuculus canorziis*.

Хотя они делают ошибки в 10 процентах случаев, самка кукушки обычно откладывает яйца в гнездах того же самого вида, что и ее мать, ее бабушка по материнской линии, ее прабабушка по материнской линии, и так далее. По-видимому, молодые самки запоминают особенности своего приемного гнезда и ищут такое же, когда их приходит их собственное время откладывать яйца. Так, что касается самок, есть завирушковая кукушка, кукушка камышовки, кукушка лугового конька, и так далее, и они разделяют этот признак со своими родственниками по женской линии. Но это не отдельные виды, даже не отдельные расы в обычном смысле этого слова. Их называют «расы» («gentes», в единственном числе «gens»). Причина, по которой раса не является настоящей расой или видом, в том, что самцы кукушки не имеют принадлежности к расам. Так как самцы не откладывают яйца, они никогда не будут выбирать приемное гнездо. И когда самцы кукушки спариваются, они просто спариваются с самками кукушки независимо от ее расы, и независимо от приемных видов, которые воспитали любого из них. Из этого следует, что существует поток генов между кланами. Самцы переносят гены от одной расы самок в другую. Мать самки, бабушка по материнской линии и прабабушка по материнской линии, все будут принадлежать к одной расе. Но ее бабушка по отцовской линии, и ее прабабушки по отцовской линии, и все ее предки женского пола, с которыми она связана через любого предка мужского пола, могли принадлежать к любой другой расе. С точки зрения «жизненного опыта» гена, последствия очень интересны. Вспомните, что у птиц женский пол обладает неравными половыми хромосомами, X и Y, в то время как у самцов птиц две X хромосомы. Подумайте, что это означает для наследственного опыта генов на хромосоме Y. Так как она неуклонно следует по линии самок, никогда не отклоняясь на путь самцового опыта, хромосома Y остается строго в пределах расы. Это Y хромосомы завирушковой кукушки или Y хромосомы кукушки лугового конька. Их опыт жизни с приемными родителями из поколения в поколение один и тот же. В этом отношении они отличаются от всех других генов кукушки, поскольку все они отбывали срок в телах самцов и, следовательно, свободно перемещались по расам самок, побывав в них пропорционально их частоте.

Являясь на нашем языке генов «описаниями» наследственной окружающей среды, большинство генов кукушки будет иметь возможность описывать те особенности, которые разделяет весь спектр приемных гнезд вида, зараженного паразитами (кукушками). Одни только гены Y хромосомы будут описывать только один тип приемного гнезда, один вид приемного родителя. Это означает, что у генов хромосомы Y способом, который невозможен для других генов кукушки, будет возможность эволюционно развивать специализированные уловки для выживания в гнезде их собственных определенных приемных видов. Какие уловки? Ну, яйца кукушки демонстрируют, по крайней мере, некоторую тенденцию подражать яйцам их приемных видов. Яйца кукушки, отложенные в гнездах лугового конька, больше похожи на яйца лугового конька. Яйца кукушки, отложенные в гнездах камышовки, похожи на крупные яйца камышовки. Яйца кукушки, отложенные в гнездах трясогузки, напоминают яйца трясогузки. По-видимому, это приносит пользу кукушкиным яйцам, которые иначе могли бы быть отвергнуты приёмными родителями. Но подумайте, что это должно означать с точки зрения генов.

Если бы гены для цвета яйца были бы на какой-нибудь хромосоме помимо хромосомы Y, они передавались бы через самцов в тела самок, принадлежащих ко всему множеству рас. Это означает, что они переносились бы в весь спектр хозяйских гнезд, и не было бы никакого постоянного давления естественного отбора, чтобы подражать больше одному типу яиц, чем другому. Для их яиц, при этих обстоятельствах, было бы трудно подражать чему-нибудь, кроме наиболее общих особенностей яиц всех хозяев. Хотя нет никаких прямых свидетельств, но разумно предположить, что определенные гены мимикрии яиц находятся в Y хромосоме кукушки. Самки будут тогда нести их, из поколения в поколение, в

гнезда одного и того же хозяина. Их наследственный «опыт» целиком будет связан с проницательными глазами одного и того же хозяина, и эти глаза будут оказывать давление отбора, которое ведет цвет и форму пятен по направлению к мимикрии под яйца хозяина.

Существует заметное исключение. Кукушины яйца в гнездах завирушки не похожи на яйца завирушки. Они не больше отличаются между собой, чем яйца, отложенные в гнездах камышовки или лугового конька; их цвет отличителен для завирушковой расы кукушек, и они не очень похожи на яйца любой другой расы, но также и не похожи на яйца завирушки. Почему так? Можно предположить, что яйцам завирушки, раскрашенным в однородный бледно-синий цвет, труднее подражать, чем яйцам лугового конька или камышовки. Возможно у кукушки просто отсутствует физиологическая возможность нести простые синие яйца? Я всегда с подозрением отношусь к таким теориям «последней надежды», и в данном случае есть свидетельства против нее. В Финляндии есть раса кукушки, паразитирующих на горихвостках, который также несет простые синие яйца. Эти кукушки, принадлежащие к тому же виду, что и наши британские, прекрасно преуспели в подгонке окраски под яйца горихвостки. Это несомненно указывает на то, что неудача британской кукушки в имитации яиц завирушки не может объясняться присущей неспособностью произвести однородный синий цвет.

Дэвис и Брук считают, что истинное объяснение заключается в новизне отношений между завирушками и кукушками. Кукушки ведут гонку вооружений с каждым видом хозяина в течение эволюционного времени, и раса, которую мы видим, только недавно «вторглась» к завирушкам. Следовательно, у завирушек еще не было времени, чтобы у них эволюционировало противovoоружение. И у завирушковой кукушки либо не было времени, чтобы эволюционировали яйца, которые имитируют завирушковые, или у них еще не было такой необходимости, потому что у завирушки не эволюционировало привычки отличать чужие яйца от собственных. На языке этой главы ни у генофонда завирушки, ни у генофонда кукушки (или скорее Y хромосомы завирушковой расы кукушки) не было достаточного взаимного опыта, чтобы эволюционировало противovoоружение. Возможно, завирушковые кукушки все еще приспособлены обманывать различные приемные виды, те, которые покинула их предковая самка, когда откладывала первое яйцо в гнезде завирушки.

Луговые коньки, камышовки и трясогузки, в этом смысле, являются врагами своих соответствующих рас кукушек. Было достаточно времени для наращивания вооружения с обеих сторон. Хозяева наметали глаз на яйцо самозванца, а кукушки соответственно овладели хитрыми маскировками для своих яиц. Малиновки – промежуточный случай. Их кукушки откладывают яйца, которые похожи лишь немного. Возможно, гонка вооружений между малиновками и малиновковой расой кукушки имеет промежуточную давность. С этой точки зрения, Y хромосомы малиновковой кукушки имеют некоторый опыт, но их описание недавней окружающей среды (малиновок) все еще отрывочно и засорено более ранними описаниями других видов, ранее «пережитых».

Дэвис и Брук провели эксперименты, сознательно подкидывая разного рода чужие яйца в гнезда, принадлежащие различным видам птиц. Они хотели увидеть, какие виды принимают, или отвергают, странные яйца. Их гипотеза заключалась в том, что виды, которые прошли через гонку вооружений с кукушкой, вследствие своего генетического «опыта», скорее всего будут отвергать чужие яйца. Один из способов проверить это – посмотреть на виды, которые вообще не подходят в качестве хозяев кукушки. Кукушатам нужно есть насекомых и червей. Виды, которые вскармливают своих детенышей на семенах, или виды, гнездящиеся в норах, в которых не может пролезть самка кукушки, никогда не были в опасности. Дэвис и Брук предсказали, что такие птицы не станут и беспокоиться, если им экспериментально подкладывать странные яйца в гнезда. Так и оказалось. Однако виды, подходящие для кукушки, такие как зяблики, певчие дрозды и черные дрозды, продемонстрировали более сильную тенденцию отвергать экспериментальные яйца, которые Дэвис и Брук, играя роль кукушки, помещали к ним в гнезда. Мухоловки потенциально уязвимы в том, что они кормят своих птенцов благоприятной для кукушек пищей. Но в то

время как серые мухоловки имеют открытые и доступные гнезда, мухоловки-пеструшки гнездятся в норах, для которые самки кукушек слишком велики, чтобы туда проникнуть. Конечно же, когда экспериментаторы подкидывали чужие яйца в их гнезда, мухоловки-пеструшки, с их «неопытными» генофондами, принимали чужие яйца «без протеста»; серые мухоловки, в отличие от них, отвергали их, что предполагает, что их генофонды давно уже знакомы с угрозой кукушек.

Дэвис и Брук проделали подобные эксперименты с видами, на которых кукушки паразитируют в настоящее время. Луговые коньки, камышовки и трясогузки обычно отвергали искусственно добавленные яйца. Как и подобает гипотезе «отсутствия опыта предков», ни завирушки, ни крапивники их не отвергали. Малиновки и камышовки-барсучки показывали промежуточные результаты. С другой стороны, камышовые овсянки подходящие для кукушки, но редко паразитируемые ими, продемонстрировали полное неприятие чужих яиц. Неудивительно, что кукушки на них не паразитируют. Объяснение Дэвиса и Брука предположительно в том, что камышовые овсянки вышли с другой стороны длинной гонки вооружений их предков с кукушкой, которую они, в конечном счете, выиграли. Лесная завирушка практически находится в самом начале их гонки вооружений. Малиновки немного более продвинулись в этом. Луговые коньки, камышовки и трясогузковые находятся в ее середине.

Когда мы говорим, что лесная завирушка только что начала свою гонку вооружений с кукушкой, «только что» должно пониматься с учетом эволюционного масштаба времени. Тем не менее по человеческим стандартам ассоциация могла быть довольно древней. Оксфордский словарь английского языка ссылается на статью 1616 года «Heisugge» (архаичное слово для воробья или лесной завирушки) как на «птицу, которая высиживает яйца кукушки». Дэвис отмечает следующие строки в «Короле Лире» I, IV, написанные десятилетием ранее:

«Кукушка воробью пробила темя  
За то, что он кормил ее все время.»

И в четырнадцатом столетии Чосер написал рассмотрение обращения чокнутой кукушки в Птичий парламент:

«У воробьёв кормилась ты не худо,  
Когда птенцов извергла из гнезда,  
В котором ты проклюнулась, паскуда!»

Хотя «dunnock», «hedge sparrow» и «heysoge» все даны как синонимы в словаре, я не могу не выразить сомнения в том, насколько сильно мы должны полагаться на средневековую орнитологию. Сам Чосер, как правило, довольно точный пользователь языка, но тем не менее, название воробей порой давалось тому, что сегодня технически называется LBB (маленькая коричневая птица). Возможно, это имел в виду Шекспир в драме Генрих IV (Часть I, V, i):

«Вы поступили с нами, государь,  
Как с воробьем птенец кукушки злобный:  
Нас принялись теснить в родном гнезде.  
От нашей пищи так вы разрослись,  
Что к вам любовь приблизиться не смела  
Из страха быть проглоченной».

Воробей сам по себе, в настоящее время имелся бы в виду домовая воробей, «Passer domesticus», на котором никогда не паразитируют кукушки. Несмотря на своё



альтернативное название – «кустарниковый» воробей, лесная завирушка [*Prunella modularis*] не родственна воробьям, это «воробей», только в широком смысле, как небольшая коричневая птичка. Но так или иначе, даже если мы примем свидетельство Чосера, как показывающее, что гонка вооружений между кукушками и завирушками действительно берет начало, по крайней мере, в четырнадцатом столетии, Дэвис и Брук приводят теоретические вычисления, принимая во внимание сравнительную редкость кукушки, предполагающие, что все равно это еще достаточно недавнее время по эволюционным меркам, чтобы объяснить очевидную наивность завирушек, когда те сталкиваются с кукушками.

Прежде, чем мы оставим кукушку, вот интересная мысль. Могли бы одновременно существовать несколько рас, скажем, кукушки малиновки, которые создали свои мимикрические яйца независимо. Поскольку не существует потока генов между ними, если дело касается Y хромосомы, то здесь, возможно, чтобы точная имитация яйца сосуществовала с менее точной его имитацией. И те и те способны спариваться с одними и теми же самцами, но они не имеют общей одной и той же хромосомы Y. Точные имитаторы произошли бы от самки, которая перешла к паразитированию на малиновках давным-давно. Менее точными имитаторами будут потомки других самок, которые перешли на малиновок позже, возможно, с другого, предыдущего вида хозяина.

Муравьи, термиты и другие виды общественных насекомых необычны по-другому. У них есть стерильные рабочие, часто разделенные на несколько «каст» – солдаты, средние рабочие (среднего размера), младшие (маленькие) рабочие, и так далее. Каждый рабочий, безотносительно его касты, содержит гены, которые, могли превратить его в любую другую касту. Различные наборы генов включаются при разных условиях выращивания. Именно регулируя эти условия выращивания, колония создает правильный баланс различных каст. Часто различия между кастами разительны. У азиатских видов муравьев *Pheidologeton diversus* каста больших рабочих (специализирующихся на расчистке дороги для других членов колонии) в 500 раз тяжелее, чем каста маленьких, выполняющих все обычные обязанности рабочего муравья. Тот же набор генов определяет рост личинки в Гулливера или в Лилипута, в зависимости от того, какие из них включены. Медовые муравьи – неподвижные накопительные чаны, животы, накачанные нектаром до прозрачных желтых сфер, свисающих с потолка гнезда. Обычные обязанности муравьев муравейника, защита, добыча продовольствия и, в данном случае, заполнение живых чанов выполняются обычными рабочими муравьями, животы которых не раздуты. У обычных рабочих муравьев есть гены, которые способны превратить их в муравьиные бочки, и муравьиные бочки, с точки зрения их генов, могли бы с таким же успехом быть обычными рабочими. Как в случае самца и самки, имеются видимые различия в форме тела, зависящие от того, какие гены включены. В данном случае они определяется факторами окружающей среды, возможно, диетой. Еще раз, зоолог будущего мог бы читать не тела, а гены любого представителя вида, полную картину совершенно различных жизней разных каст.

Европейская улитка *Succinea nemoralis* бывает многих цветов и узоров. Фоновый цвет раковины может быть любым из шести различных оттенков (в порядке доминантности, в специальном генетическом смысле): коричневый, темно-розовый, светло-розовый, очень бледно-розовый, темно-желтый, светло-желтый. Поверх этого возможно любое количество полос от нуля до пяти. В отличие от случая с социальными насекомыми, не верно, что каждая отдельная улитка оснащена генетически, чтобы принять любую из различных форм. Также эти различия между улитками не определяются различными условиями, в которых они выросли. У полосатых улиток есть гены, которые определяют у них число полос, у темно-розовых особей есть гены, которые делают их темно-розовыми. Но все варианты могут спариваться друг с другом.

Причины постоянства многих различных типов улитки (полиморфизм), так же как подробная генетика самого полиморфизма, были тщательно изучены английскими зоологами Артуром Каин и покойным Филиппом Шеппардом с их школой. Основная часть

эволюционного объяснения состоит в том, что виды водятся в различных средах обитания – в лесистой местности, в поле, на голой почве – и им необходима различная цветная окраска для маскировки от птиц в каждой местности. Улитки букового леса содержат примесь генов полевых улиток, потому что они скрещиваются на границах (обитания). У улитки из меловой холмистой местности есть некоторые гены, которые ранее выживали в телах лесных предков; а у их наследников, в зависимости от других генов улитки, могут быть полосы. Наш зоолог будущего должен будет рассмотреть генофонд вида в целом, чтобы восстановить полный спектр его наследственных миров.

Так же как улитки Сераеа водятся в различных средах обитания в области, так же предки любого вида время от времени изменяли свой образ жизни. Домовые мыши, *Mus musculus*, сегодня живут почти исключительно в жилищах людей или вблизи них как нежелательные нахлебники человеческого сельского хозяйства. Но по эволюционным стандартам их образ жизни нов. Они, должно быть, питались чем-то еще, прежде чем возникло человеческое сельское хозяйство. Несомненно то, «что-то» было достаточно схожим, чтобы их генетическое искусство могло оказаться удачно примененным, когда открылся рог изобилия сельского хозяйства. Мышей и крыс характеризовали как сорняки животного мира (кстати, хороший пример поэтической образности, действительно озаряющий). Они – универсалы, оппортунисты, несущие гены, которые помогали их предкам выживать, вероятно, в значительном разнообразии образов жизни; и «досельскохозяйственные» гены присутствуют в них до сих пор. Любой пытающийся «прочитать» их гены может найти запутанный палимпсест (рукопись поверх смытого или соскобленного текста – прим. пер.) описаний миров предков.

Из еще более ранних, ДНК всех млекопитающих должна описывать аспекты очень древней окружающей среды, так же как и более поздних. ДНК верблюда когда-то пребывала в море, но он не был там добрых 300 миллионов лет. Он провел большую часть своей недавней геологической истории в пустынях, программировавших тела так, чтобы противостоять пыли и сохранять воду. Как песчаные утесы, вырезанные фантастическими формами пустынными ветрами, как скалы, сформированные океанскими волнами, ДНК верблюда была вырезана выживанием в пустынях и еще более древних морях, чтобы произвести современных верблюдов. ДНК верблюда рассказала бы, если только мы могли бы понять язык, об изменяющихся мирах предков верблюда. Если бы только мы могли читать этот язык, в тексте ДНК тунца и морской звезды было бы вписано слово «море». В ДНК кротов и земляных червей было бы вписано «подземелье». Конечно, во всей ДНК также было бы вписано много других вещей. ДНК акулы и гепарда образовало бы слово «охота», а также отдельные сообщения о море и суше. В ДНК обезьяны и гепарда будет вписано «молоко». В ДНК обезьяны и ленивца было бы слово «деревья». ДНК кита и дюгоня по-видимому описывает очень древние моря, довольно древние земли и более современные моря: снова же сложные палимпсесты.

Особенности окружающей среды, которые встречаются часто или которые важны, сильно подчеркнуты или «нагружены» в генетическом описании, по сравнению с редкими или тривиальными особенностями. Окружающая среда, которая лежит в отдаленном прошлом, имеет другой весовой коэффициент, чем современная, по-видимому, меньший, хотя это не всегда очевидно. Окружающие условия, длившиеся долгое время в истории вида, будут иметь больший весовой коэффициент в генетическом описании, чем экологические события, которые, какими бы радикальными они не казались в свое время, были геологически мимолетными моментами.

Были поэтические предположения, что далекая морская стажировка всей земной жизни отражена в биохимии крови, которая, как говорят, напоминает первобытное соленое море. Или жидкость в яйце рептилии была описана как частный водоем, реликт подлинных водоемов, в которых вырастали личинки отдаленных земноводных предков. В той степени, в которой животные и их гены несут такую печать древней истории, это будет иметь веские функциональные причины. Это не будет история ради истории. Вот что я имею в виду. Когда

наши отдаленные предки жили в море, многие из наших биохимических и метаболических процессов стали приспособленными к химии моря – а наши гены стали описанием морской химии – по функциональным причинам. Но (и это аспект нашего довода в пользу «эгоистичного кооператора») биохимические процессы становятся приспособленными не только к внешнему миру, но и друг к другу. Мир, которому они стали соответствовать, включал другие молекулы и химические процессы, в которых они принимали участие, в теле. Затем, когда отдаленные потомки этих морских животных вышли на сушу и постепенно становились все более приспособленными к сухому воздушному миру, старая взаимная адаптация биохимических процессов друг к другу – и, кстати, к химической «памяти» о море – сохранялась. Почему бы и нет, когда разные виды молекул в клетках крови настолько сильно превосходят по численности различные виды молекул, встречающиеся во внешнем мире? Только в очень переносном смысле гены обстоятельно описывают предковые окружающие условия. То, что они непосредственно описывают после перевода на параллельный язык белковых молекул, это инструкции для эмбрионального развития особи. Высекается генофонд вида в целом, соответствующий окружающей среде, с которой сталкивались его предки – вот почему я сказал, что вид представляет собой статистическое усредняющее устройство. Именно в этом переносном смысле в нашем ДНК закодировано описание миров, в которых выживали наши предки. Не правда ли, захватывающая мысль? Мы – цифровые архивы африканского плиоцена, даже морей девона; ходячие вместилища мудрости былых времен. Вы могли бы провести всю жизнь, читая в этой древней библиотеке, и умереть, не пресытившись ее чудесами...

## 11. ЗАНОВО СПЛЕТАЯ МИР

*С тех пор, как мое обучение началось, мне всегда описывали вещи цветами и звуками, соответствующими острым чувствам и прекрасному восприятию характерных особенностей. Поэтому, я обычно представляю себе вещи как цветные и звучащие. Часть приходится на внешний вид, часть – на духовное содержание. Мозг с его пятичувственным строением заявляет свои права и объясняет остальное. Учитывая все это, единство мира требует, чтобы в нем сохранялся цвет, знаю ли я о нем или нет. Вместо того, чтобы быть лишенной этого, я принимаю в этом участие, обсуждая это, радуясь счастью тех близких ко мне людей, кто вглядывается в прекрасные оттенки заката или радуги.*

**ЕЛЕНА КЕЛЛЕР, «История моей жизни» (1902)**

Если генофонд вида принимает форму ряда моделей предкового мира, мозг индивидов вмещает параллельный набор моделей собственного мира животного. Оба являются эквивалентны описаниям прошлого, и оба используются, чтобы помочь выживанию в будущем. Разница в масштабах времени и относительной приватности. Генетическое описание представляет собой коллективную память, принадлежащую виду в целом, беря начало в неясном прошлом. Память мозга приватна и содержит индивидуальный опыт со времени рождения.

Наше субъективное знание знакомого места действительно ощущается нами как модель места. Не как точная масштабная модель, несомненно менее точная, чем мы о ней думаем, а как приемлемая модель для соответствующих целей. Один подход к этой идее был предложен несколько лет назад кембриджским физиологом Хорейсом Барлоу, кстати прямым потомком Чарльза Дарвина. Барлоу особо интересуется зрением, и его рассуждение начинается с понимания того, что распознавать объекты – намного более трудная проблема, чем мы, видящие, казалось бы, столь легко, обычно осознаем.

Ведь мы блаженно не осознаем того, насколько потрясюще умным делом мы

занимаемся каждую секунду нашей жизни в состоянии бодрствования, когда мы видим и распознаем объекты. Задача органов восприятия по расплетению физических стимулов, которые их бомбардируют, легка по сравнению с задачей мозга заново сплести внутреннюю модель мира, которую можно затем использовать. Аргумент справедлив для всех наших сенсорных систем, но я задержусь в основном на зрении, потому что оно для нас наиболее значимо.

Представьте себе, какую проблему решает наш мозг, когда что-то распознает, скажем, букву А. Или представьте себе проблему распознавания лица конкретного человека. В соответствии с давно существующим внутригрупповым соглашением, гипотетическое лицо, о котором мы говорим, предположительно принадлежит бабушке выдающегося нейробиолога Дж. Летвина, но подставьте любое лицо, которое вы знаете, или на самом деле, любой объект, который вы можете распознать. Мы не рассматриваем здесь субъективное сознание, философски трудную проблему того, что означает иметь ощущение знания лица вашей бабушки. Лишь та клетка в мозгу, которая возбуждается, если и только если лицо бабушки появляется на сетчатке, будет вполне подойдет для начала, и это очень трудно устроить. Было бы легко, если бы мы могли предположить, что лицо всегда попадало бы точно на определенную часть сетчатки. Могла бы быть структура типа замочной скважины, с областью клеток на сетчатке, имеющей форму бабушки, прошитой в клетках, сигнализирующих о бабушке в мозг. Другие клетки – члены «анти-замочной скважины» – должны были бы быть прошиты на торможение, иначе центральная возбужденная клетка реагировала бы на белый лист так же сильно, как на лицо бабушки, которое вместе со всеми другими мыслимыми изображениями, он обязательно «содержит». Сущность реакции на ключевой образ в том, чтобы избежать реакции на все остальное.

Стратегия замочной скважины исключается самим количеством. Даже если бы Летвин должен был узнать только свою бабушку, как он мог с этим справиться, когда ее изображение падает на различные части сетчатки? Как справиться с изменением размера ее изображения и формой, когда она приближается или удаляется, когда она поворачивается боком или задом, когда она улыбается или хмурится? Если мы сложим все возможные комбинации замочных скважин и антизамочных скважин, их количество примет астрономические величины. Когда Вы понимаете, что Летвин может узнать не только лицо своей бабушки, но и сотни других лиц, другие части бабушки и других людей, все буквы алфавита, все тысячи объектов, которым нормальный человек может тотчас дать название, во всех возможных ориентациях и наблюдаемых размерах, рост числа задействуемых клеток быстро становится недостижимым. Американский психолог Фред Эттнив, предложивший ту же основную идею, что и Барлоу, подчеркнул этот вопрос следующим вычислением: если бы можно было обойтись лишь одной мозговой клеткой, в стиле одной замочной скважины для каждого образа, который мы можем различить в любом его представлении, то объем мозга должен был бы измеряться в кубических световых годах.

Как тогда, при объеме мозга, измеряемом только в сотнях кубических сантиметров, мы это делаем? Ответ был предложен в 1950-ых годах независимо Барлоу и Эттнивом. Они предположили, что нервные системы использовали огромную избыточность всей сенсорной информации. Избыточность – слово из специального жаргона мира теории информации, изначально выработанного инженерами, занимающимися экономикой пропускной способности телефонных линий. Информация, в техническом смысле, является величиной неожиданности, измеряемой как обратная величина ожидаемой вероятности. Избыточность – противоположность информации, мера ожидаемости, привычности. Избыточные сообщения или части сообщений неинформативны, потому что получатель, в некотором смысле, уже знает то, что будет. Газеты не выносят в заголовки высказывания: «Солнце взошло сегодня утром.» Это означало бы передать почти нулевую информацию. Но если бы наступило утро, когда солнце не взошло, заголовок автора, если бы кто-нибудь выжил, был бы высоко оценен. Информативность была бы высокой, измеряемой как мера неожиданности сообщения. Большая часть разговорного и письменного языка избыточна – следовательно,

его можно уплотнить до телеграфного стиля: избавиться от избыточности, сохранив информацию.

Все, что мы знаем о мире за пределами нашего черепа, поступает к нам через нервные клетки, чьи импульсы трещат как из пулемета. То, что передается через нервную клетку, представляет собой залп «пиков», импульсов, напряжение которых неизменно (или, по крайней мере, изменяется незначительно), но скорость поступления которых меняется со смыслом. Теперь давайте представим себе принципы кодирования. Как бы вы перевели информацию из внешнего мира, скажем, звук гобоя или температуру ванны, в импульсный код? Первая мысль – простой частотный код: чем горячее ванна, тем быстрее должен стрелять пулемет. В мозгу, другими словами, был бы термометр, калиброванный в частоте импульсов. На самом деле, это не хороший код, потому что он неэкономичен в отношении импульсов. Используя избыточность, можно изобрести коды, которые передают ту же самую информацию меньшим количеством импульсов. Температуры в мире чаще всего остаются постоянными в течение долгих периодов времени. Сигнализировать «горячо, горячо, все еще горячо...», с постоянно высокой частотой пулеметных импульсов, расточительно; лучше сказать: «Вдруг стало горячо» (теперь вы можете полагать, что остается постоянно горячо до следующего уведомления).

И к нашему удовлетворению, это то, чем главным образом этим занимаются нервные клетки, сигнализируя не только о температуре, но и почти обо всем в мире. Большинство нервных клеток настроено сигнализировать об изменениях в мире. Если труба играет длинную, непрерывную ноту, обычная нервная клетка сообщает мозгу об этом, демонстрируя следующую картину импульсов. Перед началом звучания трубы частота срабатываний низка; сразу после начала звучания трубы частота возбуждений высокая; по мере того, как труба продолжает играть ноту, частота срабатываний угасает до редкого бормотания; в момент, когда труба перестает звучать, частота срабатываний повышается, затем спадая снова до сонного бормотания. Или может быть один класс нервных клеток, которые срабатывают только тогда, когда звуки начинаются, и другого класса клеток, которые срабатывают только тогда, когда звуки замолкают. Подобное использование избыточности – отсеивающее монотонность в мире – происходит в клетках, сообщающих мозгу об изменениях в освещенности, температуре, давлении. Обо всем в мире сигнализируется как об изменениях, и в этом – главная экономия.

Но нам с вами, не кажется, чтобы мы слышали, как труба замолкает. Нам кажется, что труба, продолжает играть с той же громкостью, а затем резко останавливается. Да, конечно. Это то, на что вы настроены, потому что кодирующая система изобретательна. Она не отбрасывает информацию, она только отбрасывает избыточность. Мозгу сообщается только об изменениях, и он тогда имеет возможность восстанавливать остальное. Барлоу это так не формулировал, но мы могли бы сказать, что мозг реконструирует виртуальный звук, используя сообщения, доставляемые нервами, исходящими из ушей. Реконструированный виртуальный звук полон и не урезан, даже при том, что сами сообщения экономно уменьшены до информации об изменениях. Система работает, потому что состояние мира в данное время не очень отличается от предшествующей секунды. Только если бы мир изменялся непредсказуемо, произвольно и часто, для органов восприятия было бы экономично сигнализировать о непрерывном состоянии мира. Пока же, органы восприятия настроены так, чтобы сигнализировать, экономно, об отсутствии непрерывности в мире; и мозг, правильно предполагая, что мир не изменяется непредсказуемо и произвольно, использует эту информацию, чтобы строить внутренний виртуальный мир, в котором непрерывность восстановлена.

Мир представляет аналогичного рода избыточность в пространстве, и нервная система пользуется соответствующим трюком. Органы чувств сообщают мозгу о границах, а мозг заполняет их скучными частицами между ними. Предположим, вы смотрите на черный прямоугольник на белом фоне. Вся картина спроецирована на вашей сетчатке – вы можете представить себе сетчатку как экран, покрытый плотным слоем крошечных фотоэлементов,

палочек и колбочек. Теоретически каждый фотоэлемент мог бы сообщить к мозгу о точном состоянии падающего на него света. Но картина, на которую мы смотрим, потрясающе избыточна. Клетки, регистрирующие черный, вполне вероятно, будут окружены другими клетками, регистрирующими черный. Клетки, регистрирующие белый, почти все окружены другими клетками, сигнализирующими о белом. Важные исключения представляют собой клетки на границах. Клетки на белой стороне границы сигнализируют о белом, и так же делают их соседи, расположенные далее в белой области. Но их соседи с другой стороны находятся в черной области. Мозг может теоретически восстановить всю картину, если возбуждены лишь клетки сетчатки на границе. Если бы этого можно было достичь, была бы огромная экономия нервных импульсов. Еще раз, избыточность удаляется, и проходит только информация.

На практике экономия достигается изящным механизмом, известным как «латеральное торможение». Вот упрощенная версия этого принципа, использующая нашу аналогию с экраном из фотоэлементов. Каждый фотоэлемент соединен длинным проводом с центральным компьютером (мозгом), а также короткими проводами со своими непосредственными соседями по экрану. Короткие соединения с соседями тормозят их, то есть, понижают их частоту срабатываний. Нетрудно понять, что максимальная частота срабатывания поступит только от клеток, которые лежат по краям, поскольку их тормозят только с одной стороны. Латеральное торможение подобного рода распространено среди низкоуровневых элементов глаз позвоночных и беспозвоночных.

Еще раз, можно сказать, что мозг конструирует виртуальный мир, который более полон, чем картина, переданная ему чувствами. Информация, которой чувства снабжают мозг, является главным образом информацией о границах. Но модель в мозге может реконструировать части между границами. Как и в случае с разрывами во времени, экономия достигается устранением – а позже реконструкцией в мозге – избыточности. Эта экономия возможна только потому, что в мире существуют однородные участки. Если бы цвета и оттенки в мире были беспорядочно рассеяны вокруг, экономное восстановление было бы невозможно.

Другой вид избыточности вызван фактом, что многие линии в реальном мире являются прямыми или плавно, и поэтому предсказуемо (или математически реконструируемо), изогнутыми. Если концы линии определены, середина может быть дорисована, используя простое правило, которое мозг уже «знает». Среди нервных клеток, которые были обнаружены в мозгу млекопитающих, есть так называемые «детекторы линий», нейроны, возбуждающиеся всякий раз, когда прямая линия, проведенная в определенном направлении, попадает на определенное место в сетчатке, так называемое «поле сетчатки» мозговых клеток. У каждой из этих клеток-детекторов линий есть свое собственное предпочтительное направление. В мозге кота есть только два предпочтительных направления, горизонтальное и вертикальное, с приблизительно равным количеством клеток, предпочитающих каждое направление; однако у обезьян представлены и другие углы. С точки зрения избыточности здесь происходит следующее. В сетчатке все клетки вдоль прямой линии активизируются, и большинство их импульсов избыточны. Нервная система экономит, используя единственную клетку, чтобы зафиксировать линию, отмеченную ее углом. Прямые линии экономно определены их положением и направлением, или их концами, а не значением освещенности каждой точки на их протяжении. Мозг повторно сплетает виртуальную линию, вдоль которой реконструирует точки.

Однако, если часть картины внезапно отделяется от остального и начинает ползть по фону, это является новостью, и о ней должно быть сигнализировано. Биологи действительно обнаружили нервные клетки, молчащие, пока что-то не начинает двигаться на неподвижном фоне. Эти клетки не реагируют, когда перемещается вся картина – что соответствовало бы чему-то вроде кажущегося движения, которое животное будет наблюдать, когда движется само. Но движение маленького объекта на неподвижном фоне богато информацией, и есть нервные клетки, настроенные, чтобы его замечать. Самые известные из них – так

называемые «детекторы жучков», обнаруженные у лягушек Летвином (тот, чья была бабушка) и его коллегами. Детектор жучков – клетка, видимо слепая ко всему, кроме движения маленьких объектов по фону. Как только насекомое перемещается в поле зрения, охватываемое детектором жучков, клетка тут же начинает массивную передачу сигналов, и язык лягушки, вероятно, будет выброшен, чтобы поймать насекомое. Для достаточно сложной нервной системы, однако, даже движение жучка избыточно, если это – движение в прямой линии. Как только вам сообщили, что жучок движется неуклонно в северном направлении, вы можете полагать, что он продолжит перемещаться в этом направлении до следующего уведомления. Продолжив эту логику на шаг далее, мы должны ожидать, что обнаружим в мозге клетки-детекторы движения более высокого порядка, особо чувствительные к изменениям в движении, скажем, к изменениям направления или скорости. Летвин и его коллеги нашли клетку, которая, похоже, делает это, опять же у лягушки. В своей работе «Сенсорная коммуникация» (1961) они так описывают один эксперимент:

Давайте начнем с пустого серого полушария зрительного поля. Обычно эта клетка не реагирует на включение и выключение света. Она молчит. Мы вводим маленький темный объект, скажем, 1 – 2 угловых градуса в диаметре, и в определенной точке его движения, почти где угодно в области наблюдения, клетка внезапно «замечает» его. После этого куда бы ни двигался объект, клетка его отслеживает. Каждый раз, когда он сдвигается, даже при малейшем рывке, возникает вспышка импульсов, утихающая до бормотания, которое продолжается, пока объект остается видим. Если объект продолжает двигаться, вспышки активности сигнализируют о резких изменениях в движении, таких как виражи, обратный ход, и т. д. и эти вспышки происходят на фоне непрерывного сопутствующего бормотания, которое говорит нам, что объект видим для клетки...

Подводя итоги, все это так как если нервная система на последовательных иерархических уровнях настроена сильно реагировать на неожиданное, слабо или совсем не реагировать на ожидаемое. На последовательно более высоких уровнях происходит то, что толкование того, что является ожидаемым становится прогрессивно все более утонченным. На самом низком уровне каждое пятно света является новостью. На следующем уровне «новостями» являются только границы. На еще более высоком уровне, поскольку очень многие границы прямые, только концы границ – новость. Еще выше, новостями является только движение. Затем лишь изменение скорости или направления движения. Говоря языком Барлоу, взятым из теории кодов, мы могли бы сказать, что нервная система использует короткие, экономные слова для сообщений, происходящих часто и ожидаемых; длинные, дорогие слова для сообщений, происходящих редко и неожиданных. Это немного похоже на язык, в котором (по общему правилу, называемому законом Ципфа) самые короткие слова в словаре – те, что используются в речи чаще всего. Доводя идею до крайности, большую часть времени мозгу не нужно что-нибудь сообщать, потому что происходящее является нормой. Сообщение было бы избыточным. Мозг защищен от избыточности иерархией фильтров, каждый фильтр настроен удалять ожидаемые черты определенного рода.

Из этого следует, что ряд нервных фильтров является своего рода итоговым описанием нормы, статистических свойств мира, в котором обитает животное. Это нервный аналог нашего прозрения из предыдущей главы: что гены вида представляют статистическое описание миров, в которых его предки отбирались естественным отбором. Теперь мы видим, что сенсорные кодирующие модули, с которыми мозг противостоит окружающей среде, также представляют статистическое описание этой окружающей среды. Они настроены игнорировать обычное и подчеркивать редкое. Наш гипотетический зоолог будущего должен поэтому быть в состоянии, осматривая нервную систему неизвестного животного и измеряя статистические тенденции в ее настройке, восстановить статистические свойства мира, в котором животное обитало, прочитать, что было обычным, а что редким в мире животного.

Заключение было бы косвенным, таким же, как в случае генов. Мы не читали бы мир животного как прямое описание. Скорее мы делали бы заключение о мире животного, просматривая глоссарий сокращений, который его мозг обычно использовал, чтобы его описать. Государственные служащие любят акронимы, такие как САР (Единая сельскохозяйственная политика) и HEFCE (Совет финансирования высшего образования Англии); только что оперившимся бюрократам, конечно, нужен глоссарий таких сокращений, книга шифров.

Если бы вы нашли на улице такую книгу шифров, вы могли бы определить, из какого министерства она взялась, видя, какие фразы были представлены сокращениями, очевидно потому, что они широко используются в том министерстве. Перехваченная шифровальная книга не является подробным сообщением о мире, но она – статистическая сводка такого мира, для экономного описания которого разработан этот код.

Мы можем представить себе каждый мозг как оборудованный чулан для хранения основных образов, полезных для моделирования важных или распространенных черт мира животного. Хотя, придерживаясь взглядов Барлоу, я выделил обучение как средство, которое хранится в чулане, нет никакой причины, почему сам естественный отбор, воздействуя на гены, не должен сделать часть работы по заполнению этого чулана. В этом случае, следуя логике предыдущей главы, мы должны сказать, что чулан в мозге содержит образы прошлого, унаследованные видом. Мы могли бы назвать это коллективным бессознательным, если бы эта фраза не была опорочена ассоциацией.

Но уклоны наборов образов в чулане не только отразят, что в мире было статистически неожиданным. Естественный отбор будет также гарантировать, что репертуар виртуальных представлений хорошо обеспечен образами, которые особо свойственны или имеют большое значение в жизни данного вида животного и в мире его предков, даже если и не слишком часты. Животному, возможно, нужно лишь однажды в жизни распознать сложный рисунок, скажем, форму самки своего вида, но в этом случае жизненно важно понять все правильно, и сделать это без промедления. Для людей лица имеют особое значение, а кроме того распространены в нашем мире. То же самое верно для социальных обезьян. Мозги обезьяны, как считают, обладают специальным классом клеток, которые молотят в полную силу только когда представлено полное лицо. Мы уже видели, что люди с определенными видами локализованных повреждений мозга испытывают очень специфическое проявление избирательной слепоты. Они не могут распознавать лица. Они могут видеть все остальное, по-видимому нормально, и они могут видеть, что у лица есть форма с чертами. Они могут описать нос, глаза и рот. Но они не могут узнать лицо даже человека, которого они любят больше всего в мире.

Нормальные люди не только распознают лица. Мы, похоже, обладаем почти неприличным стремлением видеть лица, есть ли они там или нет. Мы видим лица в потеках на потолке, в контурах горных склонов, в облаках или в марсианских скалах. Поколения смотревших на Луну руководствовались наиболее бесперспективным из первичных материалов, чтобы придумывать лицо в узоре кратеров на Луне. Газета «Дэйли Экспресс» (Лондон) от 15 января 1998 года посвятила большинство страниц, с аршинными заголовками, истории, как ирландская уборщица видела лицо Иисуса в своей тряпке: «Теперь в ее половине доме ожидается поток паломников...» Ее приходской священник сказал: «Я никогда не видел ничего подобного за свои 34 года в духовенстве.» На сопровождающей фотографии виден узор из грязной мастики на ткани, который немного напоминает какое-то лицо: есть слабый намек на глаз с одной стороны того, что могло бы быть носом; есть также наклоненная бровь с другой стороны, которая делает картину похожей на Гарольда Макмиллана, хотя я полагаю, что даже Гарольд Макмиллан мог бы быть похожим на Иисуса для соответственно подготовленного ума. «Экспресс» напоминает нам о подобных историях, включая «булочку монахини», подаваемую в нэшвилльском кафе, которая «напоминала лицо Матери Терезы» и вызывала большое волнение, пока «пожилая монахиня не написал в кафе, потребовав, чтобы булочку убрали».



Стремлению мозга реконструировать лицо, когда представится малейший повод, способствует замечательная иллюзия. Возьмите обычную маску человеческого лица – лица президента Клинтона, или чего-то, что есть в продаже для маскарадного костюма. Выставьте ее в хорошем свете и посмотрите на нее с противоположного конца комнаты. Если вы посмотрите на нее с лицевой стороны не удивительно, что она выглядит выпукло. Но теперь поверните маску так, чтобы она смотрела от вас, и посмотрите на вогнутую сторону с противоположного конца комнаты. Большинство людей немедленно увидят эту иллюзию. Если у вас не получится, попробуйте отрегулировать свет. Может помочь, если вы закроете один глаз, но это отнюдь не является необходимым. Иллюзия в том, что вогнутая сторона маски выглядит выпуклой. Нос, брови и рот торчат по отношению к вам и, кажутся ближе, чем уши. Это тем более поразительно, если вы двигаетесь из стороны в сторону или вверх и вниз. Кажущееся выпуклым лицо поворачивается вместе с вами странным, почти волшебным образом.

Я не говорю об обычном ощущении, которое у нас возникает, что глаза на хорошем портрете, кажется, следуют за вами по комнате. Иллюзия вогнутой маски гораздо более странная. Кажется, она, ярко парит в пространстве. Кажется, что лицо действительно реально поворачивается. У меня есть маска лица Эйнштейна, установленная в моей комнате, вогнутой стороной наружу, и посетители ахают, взглянув на нее. Иллюзия наиболее поразительно проявляется, если вы устанавливаете маску на медленно вращающемся поворотном столе. Когда выпуклая сторона поворачивается к вам, вы видите, что она движется правильным для «нормальной» реальности образом. Но когда становится видима вогнутая сторона, и происходит нечто необычайное. Вы видите еще одно выпуклое лицо, но оно вращается в противоположном направлении. Поскольку одно лицо (скажем, реальное выпуклое лицо) поворачивается по часовой стрелке, в то время как другое, псевдовыпуклое лицо, кажется, поворачивается против часовой стрелки, лицо, которое вращается в направлении точки обзора, кажется, поглощает лицо, которое поворачивается от нее. Если вращение продолжается, то вы видите, как на самом деле вогнутое, но кажущееся выпуклым лицо некоторое время поворачивается в неправильном направлении, прежде чем действительно выпуклое лицо вновь появится и поглотит виртуальное. Общее ощущение от наблюдения иллюзии совершенно из ряда вон выходящее, и остается таким независимо от того, как долго вы продолжаете его наблюдать. Вы не привыкаете к нему и не утрачиваете иллюзию.

Что происходит? Мы можем получить ответ в два этапа. Во-первых, почему мы видим вогнутую маску как выпуклую? И во-вторых, почему кажется, что она вращается в неправильном направлении? Мы уже установили, что мозг вполне способен – и очень любит – конструировать лица в своем внутреннем пространстве симуляций. Информация, которую глаза подадут в мозг, конечно, совместима с тем, что маска вогнута, но она также совместима – едва-едва – с альтернативной гипотезой, что она выпукла. И мозг, в своем моделировании, выбирает вторую альтернативу, по-видимому, из-за своего стремления видеть лица. Поэтому он отвергает сообщения от глаз, которые говорят: «Это вогнуто»; вместо этого он прислушивается к сообщениям, говорящим: «Это – лицо, это – лицо, лицо, лицо, лицо». Лица всегда выпуклы. Таким образом, мозг вынимает из своего чулана модель лица, которая, по своей природе, выпукла.

Но реконструировав кажущуюся выпуклой модель лица, мозг обнаруживает противоречие, когда маска начинает вращаться. Чтобы упростить объяснение, представьте, что есть маска Оливера Кромвеля, и что его знаменитые бородавки видны с обеих сторон маски. Глядя на вогнутую внутреннюю поверхность носа, который на самом деле повернут в обратную сторону от наблюдателя, глаз смотрит прямо на правую сторону носа, где торчит выделяющаяся бородавка. Но конструируемый виртуальный нос как будто бы повернут к наблюдателю, а не от него, и бородавка находится там, где, с точки зрения виртуального Кромвеля, была бы его левая сторона, как будто мы смотрим на зеркальное отображение Кромвеля. По мере вращения маски, если бы лицо было действительно выпуклым, наш глаз

увидел бы больше от той стороны, которую ожидал бы видеть больше, и меньше стороны, которую ожидал бы видеть меньше. Но поскольку маска фактически вогнута, происходит обратное. Относительные пропорции изображения на сетчатке изменяются таким образом, как мозг ожидал бы, если бы лицо выпукло, но вращалось в противоположном направлении. И в этом состоит иллюзия, которую мы видим. Мозг разрешает неизбежное противоречие, когда одна сторона уступает место другой, единственным возможным способом, учитывая его упрямое упорствование в том, что маска является выпуклым лицом: он конструирует виртуальную модель одного лица, поглощающим другое.

Редкое мозговое нарушение, уничтожающее нашу способность узнавать лица, называют прозопагнозией. Оно вызывается повреждением определенных частей мозга. Именно этот факт подтверждает важность «чулана лиц» в мозге. Я не знаю наверняка, но держал бы пари, что страдающие прозопагнозией не будут видеть иллюзию вогнутой маски. Фрэнсис Крик обсуждает прозопагнозию в своей книге «Удивительная гипотеза» (1994), вместе с другими показательными клиническими состояниями. Например, одна пациентка считала следующее состояние очень пугающим, что, как замечает Крик, не удивительно:

... объекты или люди, которых она видела в одном месте, внезапно появлялись в другом, при этом она не осознавала, когда они двигались. Это было особенно огорчительно, когда она хотела пересечь дорогу, так как автомобиль, который поначалу казался далеко, внезапно оказывался очень близко... Она ощущала мир почти так же, как некоторые из нас могут видеть танцевальную площадку в стробоскопическом освещении дискотеки.

У этой женщины был умственный чулан, полный образов для сборки ее виртуального мира, так же, как у нас. Сами образы были, вероятно, вполне хороши. Но что-то пошло не так как надо с ее программой для задействования их в плавно изменяющемся виртуальном мире. Другие пациенты потеряли способность реконструировать виртуальную глубину. Они видят мир, как если бы он был сделан из плоских, картонных фигур. Третьи пациенты могут узнать объекты, только если они представлены под знакомым углом. Остальные из нас, увидя, скажем, кастрюлю со стороны, могут легко узнать ее сверху. Эти пациенты, по-видимому, потеряли какую-то способность управлять виртуальными образами и переворачивать их. Технология виртуальной реальности дает нам язык, чтобы размышлять о таких способностях, и это будет моей следующей темой.

Я не буду останавливаться на деталях сегодняшней виртуальной реальности, которая, несомненно, так или иначе устареет. Технология изменяется так же быстро, как и все остальное в мире компьютеров. В принципе, происходит следующее. Вы надеваете шлемофон, который предоставляет каждому из ваших глаз миниатюрный компьютерный экран. Изображения на двух экранах почти одинаковы, но сдвинуты, чтобы вызвать стереоиллюзию трех измерений. Сценой является все что угодно, что было запрограммировано в компьютере: может, Парфенон, неповрежденный и в его оригинальных ярких красках; предполагаемый марсианский пейзаж; внутренности клетки, чрезвычайно увеличенные. Пока что я, вполне бы мог описывать обычное 3D кино. Но механизм виртуальной реальности обеспечивает улицу с движением в оба направления. Компьютер не только предоставляет вам сцену, он реагирует на вас. Шлемофон подключен так, чтобы регистрировать все повороты головы и другие движения тела, которые, при нормальном ходе событий, влияют на вашу точку обзора. Компьютер непрерывно информируется обо всех таких движениях и — в этом вся хитрость — он запрограммирован изменять сцену, представленную глазам, именно так, как она изменялась бы, если бы вы действительно двигали головой. Когда вы поворачиваете голову, колонны Парфенона, скажем, поворачиваются вокруг, и вы смотрите на статую, которая, первоначально, была «позади» вас.

В более продвинутой системе вы могли бы быть в трико с вшитыми тензодатчиками, чтобы отслеживать положение всех ваших конечностей. Компьютер может теперь

определить, когда вы делаете шаг, когда вы садитесь, встаете или машете руками. Вы можете теперь идти от одного конца Парфенона к другому, наблюдая колонны, мимо которых проходите, поскольку компьютер изменяет изображение в соответствии с вашими шагами. Ступайте осторожно, потому что, помните, вы на самом деле не в Парфеноне, а в загроможденной компьютерной комнате. Современные системы виртуальной реальности на самом деле, вероятно, привяжут вас к компьютеру сложной пуповиной кабелей, поэтому давайте теоретически предположим будущую линию радиосвязи без спутанных проводов или инфракрасный луч передачи данных. Теперь вы можете идти свободно в пустом реальном мире и исследовать фантастический виртуальный мир, который был запрограммирован для вас. Так как компьютер знает, где находится ваше трико, нет причин, почему он не мог бы представить вас в виде законченной человеческой формы, позволяющей вам смотреть вниз на «ноги», которые могли бы сильно отличаться от ваших реальных ног. Вы можете видеть руки вашего воплощения, как они двигаются, имитируя ваши реальные руки. Если вы используете эти руки, чтобы взять виртуальный объект, скажем, греческую вазу, то ваза, будет казаться, поднимется в воздух, когда вы ее «поднимаете».

Если кто-то еще, быть может в другой стране, наденет другой комплект, подключенный к тому же самому компьютеру, в принципе вы могли бы видеть его воплощение и даже обмениваться рукопожатием – хотя при нынешней технологии – вы могли бы пройти друг через друга, как призраки. Техники и программисты еще работают над тем, как создать иллюзию текстуры и «ощущение» противодействия твердых предметов. Когда я посетил ведущую английскую компанию по разработке виртуальной реальности, они сказали мне, что получают много писем от людей, желающих иметь виртуального сексуального партнера. Возможно, в будущем любовники, разделенные Атлантикой, будут ласкать друг друга по Интернету, хотя и стесненные потребностью носить перчатки и трико, соединенные проводами с тензодатчиками и подушечками давления.

Теперь давайте возьмем виртуальную реальность, отстраненную от мечтаний и приближенную к практической применимости. Современные доктора прибегают к изоцирковому эндоскопу, сложной трубке, которая вводится в тело пациента через, скажем, рот или прямую кишку и используется для постановки диагноза и даже хирургического вмешательства. Аналогом натяжных тросов хирург управляет длиной трубкой в изгибах кишечника. В самой трубке есть крошечный объектив телекамеры на конце и световод, освещающий путь. Наконечник трубки может также быть оснащен различными дистанционно управляемыми инструментами, которыми может орудовать хирург, вроде микроскальпелей и зажимов.

При обычной эндоскопии хирург видит, что он делает, используя обычный телевизионный экран, и он использует дистанционное управление с помощью пальцев. Но, как поняли различные люди (не в последнюю очередь Джерон Ланье, непосредственно придумавший словосочетание «виртуальная реальность»), в принципе возможно создать хирургу иллюзию присутствия, будто он уменьшился и фактически находится внутри тела пациента. Эта идея находится в стадии исследования, поэтому я прибегну к фантазии, как эта технология могла бы работать в следующем столетии. Хирургу будущего совсем не нужно обрабатывать руки, поскольку ей не нужно подходить близко к пациенту. Она пребывает на широко открытом пространстве, связанная по радио с эндоскопом в кишечнике пациента. Миниатюрные экраны перед его двумя глазами представляют увеличенное стереоизображение внутренностей пациента прямо перед наконечником эндоскопа. Когда она двигает головой влево, компьютер автоматически вертит наконечник эндоскопа влево. Угол зрения камеры в кишечнике перемещается, точно следуя за движениями головы хирурга во всех трех плоскостях. Она проводит эндоскоп вперед по кишечнику своими шагами. Медленно, медленно, опасаясь навредить пациенту, компьютер продвигает эндоскоп вперед, его направление всегда управляется направлением, в котором, в совершенно другой комнате, идет хирург. Она чувствует, как будто сама по-настоящему идет через кишечник. Она даже не ощущает клаустрофобии. Руководствуясь нынешней

эндоскопической практикой, кишечник осторожно надувается воздухом, иначе стенки сожмут хирурга и вынудят ее ползать, а не идти.

Найдя то, что она искала, скажем, злокачественную опухоль, хирург выбирает инструмент из своего виртуального набора. Возможно, удобнее всего моделировать его как цепную пилу, изображение которой создается компьютером. Рассматривая на стереозэкранах в шлеме увеличенную трехмерную опухоль, хирург видит виртуальную цепную пилу в своих виртуальных руках и начинает работать, вырезая опухоль, как если бы это был пень, который нужно удалить из сада. Внутри реального пациента зеркальным аналогом цепной пилы является сверхтонкий лазерный луч. Как будто пантографом, грубые движения всей руки хирурга, когда она поднимает цепную пилу, уменьшаются компьютером до аналогичных крошечных движений лазерной пушки в наконечнике эндоскопа.

Для моих целей я должен только сказать, что теоретически возможно создать иллюзию ходьбы по чьему-то кишечнику, используя технологию виртуальной реальности. Я не знаю, поможет ли это действительно хирургам. Подозреваю, что так будет, хотя консультант в нынешней больнице, которого я расспрашивал, отнесся к этому немного скептически. Этот же хирург говорит о себе и своих товарищах гастроэнтерологах как о возвеличенных водопроводчиках. Сами водопроводчики иногда используют более крупномасштабные версии эндоскопов, чтобы исследовать трубы, и в Америке они даже посылают в них механических «свиней», прогрызающих себе дорогу через засоры в канализациях. Безусловно, методы, которые я представил себе для хирурга, будут работать и для водопроводчика. Водопроводчик мог бы «бродить» (или «плавать»?) по виртуальному водопроводу с виртуальной шахтерской лампой на шлеме и виртуальной киркой в руке, чтобы прочищать засоры.

Парфенон в моем первом примере не существовал нигде, кроме компьютера. Компьютер мог бы также познакомить вас с ангелами, гарпиями или крылатыми единорогами. Мой гипотетический эндоскопист и водопроводчик, с другой стороны, шли через виртуальный мир, который был ограничен, так чтобы походить на нанесенную на карту часть реальности, реальную внутреннюю часть канализации или кишечника пациента. Виртуальный мир, который был представлен хирургу на его стереозэкранах, был, впрочем, построен в компьютере, но он был построен упорядоченным образом. Была реальная управляемая лазерная пушка, хотя и представленная как цепная пила, потому что так она ощущалась подобно естественному инструменту, чтобы вырезать опухоль, видимый размер которой был сопоставим с собственным телом хирурга. Форма виртуальной структуры отображалась способом, самым удобным для хирургической операции, в деталях реального мира внутри пациента. Такая ограниченная виртуальная реальность является центральной в этой главе. Я полагаю, что каждый вид, обладающий нервной системой, использует такую, чтобы конструировать модель своего собственного, особого мира, ограничиваемого непрерывным обновлением через органы восприятия. Природа модели может зависеть от того, как данный вид собирается ее использовать, по крайней мере не меньше, чем от того, как мы могли бы представить себе природу самого мира.

Представьте себе планирующую чайку, ловко парящую на ветру недалеко от морского утеса. Она может не махать крыльями, но это не означает, что мускулы ее крыльев бездействуют. Они и мускулы хвоста постоянно вносят крошечные коррективы, чутко настраивая рулевые поверхности птицы под каждый вихрь, каждый воздушный нюанс вокруг нее. Если бы мы загружали информацию о состоянии всех нервов, управляющих этими мускулами, в компьютер, момент за моментом, то компьютер мог бы в принципе восстановить все детали воздушных потоков, в которых парила птица. Это было бы сделало исходя из предположения, что птица правильно сконструирована, чтобы оставаться в воздухе, и на этом предположении была бы построена непрерывно обновляемая модель воздуха вокруг нее. Это была бы динамическая модель, как синоптическая модель мировой погодной системы, которая непрерывно пересматривается согласно новым данным, предоставляемыми метеорологическими судами, спутниками и наземными станциями и

может быть экстраполирована для предсказания будущего. Погодная модель сообщает нам о завтрашней погоде; модель чайки теоретически способна «советовать» птице исходя из упреждающего регулирования, что она должна делать мускулами своих крыльев и хвоста, чтобы парить в следующую секунду.

Вопрос, над которым мы работаем, конечно в том, что, хотя ни один человеческий программист еще не создал компьютерную модель, советующую чайкам, как подстраивать их мускулы крыльев и хвоста, как раз такая модель, безусловно, непрерывно работает в мозге нашей чайки и любой другой птицы в полете. Подобные модели, предварительно запрограммированные в общих чертах генами и прошлым опытом, и непрерывно обновляемые каждую миллисекунду новыми сенсорными данными, работают в черепе каждой плавающей рыбы, каждой галопирующей лошади, каждой летучей мыши, определяющей расстояние с помощью эха.

Этот остроумный изобретатель Пол Маккриди наиболее известен своими великолепными экономичными аэропланами, управляемыми мускульной силой человека «Госсамер Кондором» и «Госсамер Альбатросом», и «Solar Challenger-ом» на солнечных батареях. Он также в 1985 году построил половинного размера летающую точную копию кетцалькоатля, гигантского птерозавра Мелового периода. Эта огромная летающая рептилия с размахом крыльев, сопоставимым с крыльями легкого самолета, почти не имела хвоста и была поэтому очень неустойчива в воздухе. Джон Мэйнард Смит, учившийся на аэроинженера, пока не переключился на зоологию, указывал, что это дает преимущество в маневренности, но требует точного, контроля в реальном времени над рулевыми поверхностями. Без быстрого компьютера для непрерывной балансировки модель Маккриди разбилась бы. У реального кетцалькоатля, должно быть, в голове был аналогичный компьютер, по той же причине. У более древних птерозавров были длинные хвосты, в некоторых случаях заканчивающиеся чем-то похожим на ракетку для пинг-понга, придававшие большую стабильность за счет маневренности. Похоже, в поздней эволюции почти всех бесхвостых птерозавров, таких как кетцалькоатль, произошло изменение от устойчивости, но неманевренности к маневренности, но неустойчивости. Ту же тенденцию можно заметить в эволюции рукотворных самолетов. В обоих случаях изменения стали возможными только благодаря увеличению компьютерной мощности. Как в случае с чайкой, бортовой компьютер птерозавра в его черепе, должно быть, управлял имитационной моделью животного и воздуха, в котором оно летало.

Вы и я, мы, люди, мы, млекопитающие, мы, животные, населяем виртуальный мир, построенный из элементов, которые, на прогрессивно более высоких уровнях полезных для отражения реального мира. Конечно, мы чувствуем, будто твердо находимся в реальном мире – что в точности то, как должно быть, если наше ограниченное программное обеспечение виртуальной реальности работает сколько либо адекватно. Она и вправду хороша, и те исключительные разы, когда мы замечаем её вообще, представляют собой редкие случаи, когда что-то идет не так. Когда это случается, мы испытываем иллюзию или галлюцинацию, вроде иллюзии вогнутой маски, о которой мы говорили ранее.

Британский психолог Ричард Грегори обратил особое внимание на оптические иллюзии как средство изучения того, как работает мозг. В своей книге «Глаз и мозг» (пятое издание 1998 года), он рассматривает зрение как активный процесс, в котором мозг выдвигает гипотезы о том, что происходит, а затем проверяет эти гипотезы данными, поступающими от органов восприятия. Одна из самых известных среди всех оптических иллюзий – куб Неккера. Это простой рисунок полого куба в виде линии, как бы куб, сделанной из стальных прутьев. Рисунок представляет собой двумерную картину из чернил на бумаге. И все же нормальный человек видит это как куб. Мозг создал трехмерную модель, основанную на двумерном рисунке на бумаге. На самом деле, подобные вещи мозг делает почти всякий раз, когда вы смотрите на картину. Этот плоский рисунок чернилами на бумаге одинаково совместим для мозга с двумя альтернативными трехмерными моделями. Пристально смотрите на рисунок в течение нескольких секунд, и вы увидите, что он переключится.

Грань, прежде казавшаяся ближайшей к вам, будет теперь казаться дальней. Продолжайте смотреть, и рисунок переключится обратно к первоначальному кубу. Мозг, возможно, сконструирован так, чтобы придерживаться, произвольно, одной из двух моделей куба, скажем первой из двух, которую он обнаружил, даже при том, что другая модель будет столь же совместима с информацией от сетчатки глаз. Но фактически мозг делает другой выбор, придерживаясь каждой модели, или гипотезы, поочередно на нескольких секунд за раз. В результате куб переключается, выдавая всю игру. Наш мозг строит трехмерную модель. Это – виртуальная реальность в голове.

Когда мы смотрим на реальную деревянную коробку, нашей моделирующей программе предоставлена дополнительная информация, которая позволяет добиться явного предпочтения одной из двух внутренних моделей. Поэтому мы видим коробку только одним способом, и нет никакого чередования.

Но это не преуменьшает морали главного урока, который мы получили от куба Неккера. Всякий раз, когда мы смотрим на что-нибудь, восприятие, которое наш мозг фактически использует, является моделью этой вещи в мозге. В мозге строится модель, такая же как виртуальный Парфенон из моего более раннего примера. Но, в отличие от Парфенона (и, возможно, от наших сновидений), она, как компьютерная модель внутренностей пациента, не полностью выдуманная: она ограничена информацией, поступающей из внешнего мира.

Более сильная иллюзия объемности передается стереоскопией, небольшим рассогласованием между двумя изображениями, видимыми левым и правым глазом. Именно на этом основано использование двух экранов в шлеме виртуальной реальности. Выставьте правую руку, с большим пальцем, направленным к вам, приблизительно в одном футе перед вашим лицом, и посмотрите на какой-нибудь отдаленный объект, скажем дерево, двумя открытыми глазами. Вы увидите две руки. Они соответствуют изображениям, видимым вашими двумя глазами. Вы можете быстро узнать, где какое, закрыв сначала один, а затем другой глаз. Кажется, что две руки находятся немного в разных местах, потому что ваши два глаза сходятся под разными углами, и изображения на двух сетчатках соответственно, и со показательно, отличаются. К тому же, эти два глаза видят немного в разном ракурсе. Левый глаз видит немного больше ладони, правый видит немного больше тыльной стороны руки.

Теперь, вместо того, чтобы смотреть на отдаленное дерево, посмотрите на вашу руку, снова двумя открытыми глазами. Вместо двух рук на переднем плане и одного дерева на заднем, вы увидите одну объемно выглядящую руку и два дерева. Однако изображение руки все еще попадает на различные области двух ваших сетчаток. Это значит, что ваша программа моделирования построила единую модель руки, модель в 3D. Более того, эта единая трехмерная модель использовала информацию от обоих глаз. Мозг искусно соединяет оба набора информации и составляет полезную модель одной трехмерной объемной руки. Между прочим, все изображения на сетчатке глаза, конечно, располагаются вверх тормашками, но это не имеет значения, потому что мозг строит свою имитационную модель способом, наилучшим образом удовлетворяющим его целям, и определяет эту модель в правильное положение.

Автоматические уловки, используемые мозгом для построения трехмерной модели из двух двумерных изображений, удивительно сложны и служат основой, возможно, самых впечатляющих из всех иллюзий. Они появились с открытием венгерского психолога Белы Юлеша в 1959 году. Нормальный стереоскоп представляет одну и ту же фотографию левому и правому глазу, но взятую под соответственно различными углами. Мозг соединяет их и видит впечатляюще трехмерную сцену. Юлеш сделал то же самое, за исключением того, что его картины состояли из случайно разбросанных крошек перца и соли. Левому и правому глазу показывали один и тот же случайный узор, но с принципиальной разницей. В типичном эксперименте Юлеша область рисунка, скажем, квадратная, содержала случайные точки, смещенные в одну сторону на подходящее, чтобы создать стереоскопическую иллюзию, расстояние. И мозг видит иллюзию – выступает квадратный участок – даже при

том, что нет ни малейшего следа квадрата на любой из этих двух картин. Квадрат присутствует только в расхождении между этими двумя картинами. Квадрат выглядит очень реальным для зрителя, но в действительности его нет нигде, лишь в мозге. Эффект Юлеша является основой иллюзии «Волшебного глаза», столь популярной сегодня. Как гениальный образец искусства разъяснения, Стивен Пинкер посвятил небольшой раздел книги «Как работает разум» (1998) принципу, лежащему в основе этих картин. Я не буду даже пробовать улучшить его объяснения.

Есть простой способ продемонстрировать, что мозг работает как сложный компьютер виртуальной реальности. Сначала, оглянитесь вокруг, двигая глазами. Когда вы вертите глазами, изображения на сетчатках движутся, как при землетрясении. Но вы не видите землетрясение. Вам место действия кажется неподвижным, как скала. Я, конечно, собираюсь сказать, что виртуальная модель в вашем мозге реконструируется неподвижной. Но можно продемонстрировать еще кое-что, потому что есть другой способ сделать изображение на вашей сетчатке движущимся. Осторожно надавите на глазное яблоко через кожу века. Изображение на сетчатке переместится так же, как раньше. На самом деле вы, при достаточной ловкости вашего пальца, могли бы подражать эффекту перевода взгляда. Но теперь вам будет в действительности казаться, что видите перемещение земли. Вся сцена сдвинется, как будто вы видите землетрясение.

Какая разница между этими двумя случаями? Разница в том, что мозговой компьютер был настроен учитывать нормальные движения глаза и делать поправку на них в построении своей расчетной модели мира. Очевидно, мозговая модель использует информацию не только от глаз, но также и от инструкций по перемещению глаз. Всякий раз, когда мозг выдает приказ мускулам глаза переместить глаз, копия этого приказа посылается участку мозга, который конструирует внутреннюю модель мира. Тогда, когда глаза перемещаются, программа виртуальной реальности мозга предупреждено и ожидает, что изображение на сетчатке глаза переместилось ровно настолько, сколько нужно, и это заставляет модель компенсировать эффект. Таким образом, построенная модель мира видится неподвижной, хотя может рассматриваться под другим углом. Если земля перемещается в любое другое время, кроме того, когда модели сказано ожидать движения, виртуальная модель движется соответственно. Это хорошо, потому что землетрясение действительно может произойти. Разве что не в том случае, когда вы дурачите систему, тыкая в глазное яблоко.

В заключительной демонстрации, используя себя в качестве подопытного животного, вызовите у себя головокружение, вращаясь волчком. Затем остановитесь и посмотрите неподвижно на мир. Вам покажется, что он вращается, даже при том, что ваш разум говорит вам, что он отнюдь не во вращении. Изображения на вашей сетчатке не перемещаются, но акселерометры в ваших ушах (которые действуют, выявляя движение жидкости в так называемых полукружных каналах), сообщают мозгу, что вы вращаетесь. Мозг приказывает программе виртуальной реальности ожидать увидеть, что мир вращается. Таким образом, когда изображения на сетчатке не вращаются, модель регистрирует несоответствие и крутится в противоположном направлении. Выражаясь субъективным языком, программа виртуальной реальности говорит себе: «Я знаю, что вращаюсь, из того, что говорят мне уши; поэтому, чтобы модель оставалась неподвижной, необходимо будет ввести в модель противоположное вращение, относительно данных, представляемых глазами». Но сетчатки на самом деле не сообщают ни о каком вращении, поэтому тем, что вы видите оказывается компенсирующее вращение модели в голове. Как выразился Барлоу, это неожиданно, это «новость», и именно поэтому мы это видим.

У птиц есть дополнительная проблема, от которой люди обычно избавлены. Птица, садясь на ветви дерева, постоянно раскачивается вверх и вниз, туда-сюда, и изображения на ее сетчатке качаются соответственно. Это все равно как переживать постоянное землетрясение. Птицы удерживают голову, и, следовательно, изображение мира неподвижными благодаря старательному использованию мускулов шеи. Если вы снимаете на камеру птицу на раскачиваемой ветром ветке, вы почти можете представить, что голова

прибита к фону, в то время как мускулы шеи используют голову как точку опоры, чтобы двигать остальные части тела. Когда птица идет, она использует тот же самый прием, чтобы сохранять свой воспринимаемый мир неподвижным. Именно поэтому шагающие цыплята дергают головой назад и вперед, что может показаться нам весьма забавной манерой. На самом деле это довольно разумно. Когда тело движется вперед, шея тянет голову назад контролируемым способом, так, чтобы изображения на сетчатке оставались неподвижными. Затем голова дергается вперед, чтобы позволить циклу повториться. Я не могу не задаться вопросом, не могло ли, как неблагоприятное последствие такой особенности птиц, получиться так, чтобы какая-нибудь птица оказалась неспособна видеть реальное землетрясение, потому что ее мускулы шеи автоматически обеспечивают коррекцию. Более серьезно, мы могли бы сказать, что птица использует мускулы своей шеи для упражнений в стиле Барлоу: оставляя недостойную внимания часть мира неизменной, чтобы выделить подлинное изменение.

Насекомые и многие другие животные, похоже, имеют подобную привычку совершать движения, чтобы сохранять свой видимый мир постоянным. Экспериментаторы демонстрировали это в так называемом «оптомоторном аппарате», где насекомое помещается на столе и окружается полым цилиндром, раскрашенным с внутренней стороны вертикальными полосами. Если вы теперь будете вращать цилиндр, то насекомое будет использовать ноги, чтобы поворачиваться, не отставая от цилиндра. Оно совершает движения, чтобы сохранять свой визуальный мир постоянным.

Обычно насекомое должно сообщать своей моделирующей программе ожидать движение во время ходьбы, иначе та начнет вводить коррекцию своими собственными движениями, и где она тогда окажется? Эта мысль побудила двух изобретательных немцев, Эриха ван Хольста и Хорста Миттельштедта, на дьявольски хитрый эксперимент. Если Вы когда-либо наблюдали за мухой, моющей свое лицо лапами, вы знаете, что мухи способны откидывать голову полностью вверх тормашками. Ван Хольст и Миттельштедт смогли зафиксировать голову мухи в перевернутом положении, используя клей. Вы уже догадались о последствиях. Обычно всякий раз, когда муха поворачивает тело, модель в ее мозге велит ожидать соответствующее движение видимого мира. Но как только она делала шаг, несчастная муха с головой вверх тормашками получала данные, из которых следовало, что мир переместился в противоположном направлении, чем ожидалось. Поэтому она перемещала ноги дальше в том же самом направлении, чтобы скопменсировать эффект. Это заставляло видимое положение мира перемещаться еще дальше. Муха вращалась как волчок, с постоянно увеличивающейся скоростью – разумеется, в пределах очевидных практических ограничений.

Тот же Эрих ван Хольст также подчеркивал, что мы должны ожидать подобную путаницу, если нейтрализовать наши собственные волевые инструкции по перемещению глаз, например, подвергая действию наркотика перемещающие глаз мускулы. Обычно, если вы дадите вашим глазам команду переместиться вправо, то изображения на ваших сетчатках будут подавать сигнал о движении влево. Чтобы ввести коррекцию и создать видимость неподвижности, модель в голове должна быть перемещена вправо. Но если перемещающие глаз мускулы обездвижены, модель должна переместиться вправо в ожидании того, что, как оказывается несуществующим движением сетчатки. Позвольте ван Хольсту самому изложить эту историю, в его работе «Поведенческая физиология животных и человека» (1973):

Это действительно факт. Это было известно много лет от людей с парализованными мускулами глаза, и это было установлено точно из экспериментов Корнмюллера на себе, что каждая неосуществленная попытка предпринять движение глаза приводит к восприятию движения окружения в том же самом направлении.

Мы столь привыкли жить в нашем моделируемом мире, и он остается таким красивым



в синхронном с реальным миром, что мы не понимаем, что это – симулированный мир. Нужны искусные эксперименты, такие как эксперимент ван Хольста и его коллег, чтобы показать нам как на самом деле. И это имеет свою темную сторону. Мозг, способный симулировать модели в воображении, также почти неизбежно подвергается опасности самообмана. Сколько из нас, будучи детьми и лежа в кровати, пугались, потому что думали, что видели призрака или чудовищное лицо, глядящее в окне спальни, только чтобы обнаружить, что это был обман зрения? Я уже рассматривал, сколь охотно программа моделирования нашего мозга будет строить выпуклое лицо, там где в действительности вогнутое лицо. Точно так же, как охотно она создает призрачное лицо, там где в действительности собраны складки на белой занавеске, освещенной лунным светом.

Каждую ночь в нашей жизни мы видим сны. Наше симуляционное программное обеспечение создает миры, которые не существуют; людей, животных и места, которые никогда не существовали, возможно, не могли существовать. В тот момент мы воспринимаем эти модели, как если бы они были реальностью. Почему бы нам этого не делать, учитывая, что мы обычно воспринимаем реальность тем же способом – в виде моделей симуляции? Программа моделирования также может ввести нас в заблуждение, когда мы бодрствуем. Иллюзии, подобные вогнутому лицу, сами по себе безопасны, и мы понимаем, как они работают. Но если мы находимся под воздействием наркотиков, или у нас лихорадка, или мы голодаем, наша программа моделирования может создавать галлюцинации. На всем протяжении истории люди наблюдали видения ангелов, святых и богов; и они должны быть, казались им очень реальными. Скажем так, они, конечно, казались реальными. Они представляют собой модели, собранные нормальной программой моделирования. Программа моделирования применяет те же методы моделирования, что она обычно использует, когда представляет свою непрерывно обновляемую версию реальности. Неудивительно, что эти видения столь влиятельны. Неудивительно, что они меняли жизни людей. Так, если же мы слышим историю, что кто-то видел видение, был посещен архангелом или слышал голоса в голове, мы должны тотчас усомниться, принимать ли это за чистую монету. Помните, что все наши головы содержат мощную и ультрареалистичную программу моделирования. Наша программа моделирования могла бы сколотить призрака, или дракона, или святую деву в мгновение ока. Это были бы детские игрушки для программы такой изощренности.

Предупреждение. Метафора виртуальной реальности соблазнительна и во многих отношениях уместна. Но есть опасность, что она создаст для нас ложное представление о том, что в мозге есть «маленький человек» или «гомункул», наблюдающий показ виртуальной реальности. Как подчеркивали философы, как Дэниела Деннетта, вы не объясняете ровным счетом ничего, если предполагаете, что глаз соединен проводами с мозгом таким способом, что небольшой киноэкран где-нибудь в мозге непрерывно транслирует то, что проецируется на сетчатке. Кто смотрит на этот экран? Поднятый тогда вопрос не меньше, чем первоначальный вопрос, на который вы думаете, что ответили. Вы могли бы с тем же успехом позволить маленькому человечку смотреть на саму сетчатку, что, конечно, не является каким-нибудь решением. Та же проблема возникает, если мы воспринимаем метафору виртуальной реальности буквально и воображаем, что какой-то агент, запертый в голове, «переживает» представление виртуальной реальности.

Проблемы, поднятые субъективным сознанием, возможно, самые трудные во всей философии, и решать их далеко не входит в мои амбиции. Мое предположение более скромное, что каждый вид в каждой ситуации должен использовать свою информацию о мире любым способом, наиболее полезным для предпринятия действий. «Построение модели в голове» является полезным способом выразить, как она работает, и сравнение ее с виртуальной реальностью особенно полезно в случае людей. Как я утверждал ранее, модель мира, используемая летучей мышью, вероятно, будет подобна модели, используемой ласточкой, даже при том, что один связан с реальным миром через уши, а другой через глаза. Мозг строит свою модель мира способом, наиболее подходящим для деятельности. Так как

деятельность летающих днем ласточек и летающих ночью летучих мышей схожа – навигация на высокой скорости в трех измерениях, избегание твердых препятствий и ловля насекомых в полете – они, вероятно, будут использовать одни и те же модели. Я не постулирую «маленькую летучую мышь в голове» или «маленькую ласточку в голове», чтобы наблюдать за этими моделями. Так или иначе, модель используется, чтобы управлять мускулами крыла, и это все, что я знаю.

Однако каждый из нас, людей, знает, что иллюзия одного агента, сидящего где-то в середине мозга – мощная иллюзия. Я подозреваю, что этот случай может быть аналогичным модели объединения генов как «эгоистичных кооператоров», хотя они – принципиально независимые агенты, чтобы создать иллюзию единого тела. Я ненадолго возвращусь к этой идее ближе к концу следующей главы.

В этой главе был развит тезис, что мозг частично унаследовал от ДНК роль записи сведений об окружающей среде – скорее об окружающих средах, поскольку их много, и они простираются на недавнее и на отдаленное прошлое. Наличие записи прошлого полезно лишь поскольку она помогает в предсказании будущего. Тело животного представляет собой своего рода предсказание, что будущее будет похоже на предковое прошлое, в общих чертах. Животное выживет с вероятностью, отражающей степень исполнения этого предсказания. И модели симуляции мира позволяют животному действовать, как будто в ожидании того, что тот мир, видимо, будет идти своей дорогой следующие несколько секунд, часов или дней. Для полноты картины мы должны отметить, что сам мозг и его программное обеспечение виртуальной реальности являются, в конечном счете, результатами естественного отбора генов предков. Мы могли бы сказать, что степень предвидения генов ограничена, потому что будущее будет напоминать прошлое лишь в общих чертах. Для обеспечения подробностями и тонкостями, они предоставляют животному аппаратные средства и программное обеспечение виртуальной реальности, которая будет постоянно обновляться и пересматривать свои предсказания, чтобы соответствовать быстрым изменениям обстоятельств. Как будто гены говорят: «Мы можем моделировать базовую форму окружающей среды, вещи, которые не изменяются на протяжении поколений. Но при быстрых изменениях прибегнем к Вашей помощи, мозг».

Мы движемся в виртуальном мире, созданном нашим собственным мозгом. Наши реконструированные модели скал и деревьев являются частью окружающей среды, в которой мы, животные, живем, не меньше, чем реальные скалы и деревья, которые они отражают. И что увлекательно, наши виртуальные миры должны также считаться частью окружающей среды, в которой наши гены отобирались естественным отбором. Мы изобразили гены верблюда в виде обитателей предковых миров, отобранных, на выживание в древних пустынях и еще более древних морях, отобранных, на выживание в компании с совместимыми картелями других генов верблюда. Все это верно, и аналогичные истории миоценовых деревьев и плиоценовых саванн можно рассказать о наших генах. Мы должны теперь добавить, что, среди миров, в которых выживали гены, имеются виртуальные миры, построенные в предковом мозге.

В случае высоко социальных животных, таких как мы сами и наши предки, наши виртуальные миры, по крайней мере частично, являются коллективными сооружениями. Тем более, после изобретения языка, увеличения артефактов и подъема технологий наши гены должны были выживать в сложных и изменяющихся мирах, для которых самое экономное описание, которое мы можем подыскать – общая виртуальная реальность. Потрясающая мысль, что так же, как можно сказать, что гены выживали в пустынях или лесах, и так же, как можно сказать, что они выживали в компании других генов в генофонде, так же можно сказать, что гены выживали в виртуальных, даже поэтических мирах, созданных мозгом. Непосредственно к загадке человеческого мозга мы и обратимся в последней главе.

## 12. Воздушный шар разума

*Мозг – это три фунта массы, которые можно держать в руке, может представить себе Вселенную в сто миллиардов световых лет в поперечнике.*

**Др. МАРИАН ДИАМОНД**

Среди ученых-историков общепринято мнение, что биологи любой эпохи старающиеся понять, как работают живые тела, сравнивают их с передовыми технологиями своего времени. От часов в семнадцатом веке до танцующих статуэток в восемнадцатом, от викторианских тепловых двигателей до сегодняшних электронно управляемых ракет с наведением по тепловому лучу, технические новшества каждой эпохи оживляли биологическое воображение. Если среди всех этих нововведений цифровой компьютер обещает затмить своих предшественников, причина проста. Компьютер не просто машина. Его можно быстро перепрограммировать, чтобы он стал любой машиной, какую пожелаете: калькулятором, текстовым процессором, картотекой, шахматистом, музыкальным инструментом, машинкой для приблизительного подсчета вашего веса, даже, к сожалению, астрологическим предсказателем. Он может моделировать погоду, популяционные циклы леммингов, гнезда муравьев, стыковку спутников или город Ванкувер.

Мозг любого животного был описан как его бортовой компьютер. Он работает не так, как электронный компьютер. Он сделан из совсем других компонентов. По отдельности они намного медленнее, но работают в огромных параллельных сетях, так, что с помощью некоторых средств, еще только частично понятых, их число компенсирует их более медленную скорость, и мозг может, в определенных отношениях, превосходить компьютер. В любом случае, различия в деталях работы не лишают метафору силы. Мозг – бортовой компьютер тела, не потому, как он работает, а из-за того, что он делает в жизни животного. Сходство выполняемой роли распространяется на многие стороны экономики животного, но, пожалуй наиболее потрясающе из всех, мозг моделирует мир эквивалентом программы виртуальной реальности.

Могло бы показаться хорошей идеей, для всех животных в общем порядке вырастить большой мозг. Не правда ли, большая вычислительная мощность скорее всего всегда будет преимуществом? Возможно, но она также имеет свою стоимость. В пересчете на вес, мозговая ткань потребляет больше энергии, чем другие ткани. И наш большой мозг в младенческом возрасте делает рождение для нас весьма трудным. Наше предположение, что мозговитость должна быть хорошей вещью, частично произрастает из гордости за собственную видовую гипертрофию мозга. Но остается интересный вопрос, почему человеческий мозг стал столь особо крупным.

В одном авторитетном источнике говорилось, что эволюция человеческого мозга за последний миллион лет или около того – «возможно, самый быстрый прогресс, зарегистрированный для любого сложного органа во всей истории жизни.» Это, может быть, и преувеличение, но эволюция человеческого мозга, бесспорно, быстра. По сравнению с черепами других обезьян, череп современного человека, по крайней мере выпуклая часть, в которой содержится мозг, раздулась как воздушный шар. Когда мы спрашиваем, почему это случилось, недостаточно привести общие причины, почему наличие большого мозга могло бы быть полезно. По-видимому, такая общая польза была бы применима ко многим видам животных, особенно к тем, которые быстро перемещаются через сложный трехмерный мир лесного полога, как делает большинство приматов. Удовлетворительным объяснением будет то, которое скажет нам, почему одна отдельная линия человекообразных обезьян – фактически та, которая покинула деревья – внезапно унеслась, оставив остальных приматов стоять позади.

Когда-то было модно жаловаться – или, если хотите, злорадствовать – по поводу недостатка ископаемых, связывающих *Homo sapiens* с нашими обезьяньими предками. Времена изменились. У нас теперь есть довольно хороший ряд ископаемых, и, возвращаясь назад во времени, мы можем проследить постепенное уменьшение черепа через различные

виды Номо к нашему предшественнику – роду австралопитеков, череп которых был такого же размера, как у современного шимпанзе. Главное различие между Люси или миссис Плес (известными представителями рода австралопитеков) и шимпанзе лежит совсем не в мозге, а в обыкновении австралопитека ходить вертикально на двух ногах. Шимпанзе так ходят лишь иногда. Раздувание воздушного шара мозга охватило три миллиона лет, от австралопитека, через Номо habilis, затем Номо erectus, через архаичного Номо sapiens до современного Номо sapiens.

Нечто немного похожее, кажется, случилось с развитием компьютера. Но если человеческий мозг раздулся как воздушный шар, прогресс компьютеров был больше похож на атомную бомбу. Закон Мура гласит, что производительность компьютеров данного физического размера удваивается каждые 1.5 года. (Это современная версия закона. Когда Мур впервые его сформулировал больше трех десятилетий назад, в нем упоминалось количество транзисторов, которые, по его замеру, удваивались каждые два года. Характеристики компьютеров совершенствовались еще быстрее, потому что транзисторы стали быстрее, а также меньше и дешевле.) Покойный Кристофер Эванс, психолог, умеющий пользоваться компьютером, выразил суть наглядно:

Сегодняшний автомобиль отличается от автомобилей послевоенных лет по ряду пунктов. Он дешевле, даже с учетом скачков инфляции, и он более экономичен и эффективен... Но представьте на мгновение, что автомобильная промышленность развивалась с той же скоростью, что и компьютеры, и в течение того же времени: насколько дешевле и эффективнее были бы современные модели? Если вы еще не слышали эту аналогию, ответ сокрушает. Сегодня вы могли бы купить Роллс Ройс за £1.35, он делал бы три миллиона миль на галлон и обеспечивал бы достаточную мощность, чтобы тянуть судно «Queen Elizabeth II». И если вам интереснее миниатюризация, то вы могли бы разместить полдюжины из них на булавоочной иглке.

**«Могучий Микро» (1979)**

Конечно, в масштабах биологической эволюции все неизбежно происходит намного медленнее. Одна из причин в том, что каждое усовершенствование должно пройти через смерть и конкуренцию особей в их воспроизводстве. Таким образом, сравнение абсолютной скорости не может быть выполнено. Если мы сравним мозг австралопитека, Номо habilis, Номо erectus и Номо sapiens, мы получим грубый аналог закона Мура, замедленного на шесть порядков. От Люси до Номо sapiens, объем мозга удваивался приблизительно каждые 1.5 миллиона лет. В отличие от закона Мура для компьютеров, нет никакой особой причины полагать, что человеческий мозг продолжит раздуваться. Для того, чтобы это случилось, у людей с большим мозгом должно быть больше детей, чем у людей с маленьким. Не заметно, чтобы это происходило сейчас. Это должно было происходить в условиях нашего далекого прошлого, иначе наш мозг так не увеличился бы. Кстати, также должно быть верно, что мозговитость у наших предков была под генетическим контролем. Если бы это было не так, то естественному отбору не на что было бы воздействовать, и эволюционный рост мозга не произошел бы. По некоторым причинам многие люди видят серьезное политическое оскорбление в предложении, чтобы некоторые люди генетически более умны, чем другие. Но так должно было быть, когда эволюционировал наш мозг, и нет никаких причин ожидать, что факты внезапно изменятся, чтобы пойти навстречу политкорректности.

В развитие компьютеров внесли свой вклад многие факторы, которые не помогут нам в понимании мозга. Главным шагом была замена ламп (вакуумных) на намного меньшие транзисторы, а затем захватывающая и продолжающаяся миниатюризация транзисторов в интегральных схемах. Все эти улучшения не имеют отношения к мозгу, потому что – этот заслуживает повторения – мозг вообще не работает на электронике. Но есть другая причина компьютерного прогресса, и она могла бы быть применима к мозгу. Я назову ее самоподдерживаемой коэволюцией.

Мы уже встречали коэволюцию. Она означает совместную эволюцию различных организмов (как в гонках вооружений между хищниками и добычей) или между различными частями одного и того же организма (особый случай, названный коадаптацией). В качестве другого примера, есть одна маленькая муха, внешность которой имитирует паука-скакуна, включая большие фиктивные глаза, смотрящие прямо вперед, как сдвоенные фары – очень непохожие на фасеточные глаза, которыми видят сами мухи. Настоящие пауки являются потенциальными пожирателями мух такого размера, но их отвращает сходство этих мух с другим пауком. Мухи усиливают мимикрию, махая своими лапками способом, напоминающим театральные сигналы семафора, которые пауки-прыгуны используют при ухаживании за собственным противоположным полом. У этой мухи гены, контролирующие анатомическое сходство с пауком, должно быть, эволюционировали вместе с отдельными от них генами, контролирующими семафорящее поведение. Эта совместная эволюция является коадаптацией.

Самоподдерживаемый – название, которое я даю любому процессу, в котором «чем больше у вас есть, тем больше вы получаете». Хороший пример – бомба. Про атомную бомбу говорят, что она зависит от цепной реакции, но метафора цепи слишком спокойная, чтобы передать то, что происходит. Когда нестабильное ядро урана 235 распадается, высвобождается энергия. Нейтроны, выстреливающие из-за распада одного ядра, могут попасть в другое и вызвать его распад также, но обычно на этом история заканчивается. Большинство нейтронов не попадает в другие ядра и безобидно улетают в пустое пространство, поскольку уран, хотя это один из самых плотных металлов, «на самом деле», как и вся материя, представляет собой в основном пустое место. (Виртуальная модель металла в нашем мозгу построена убедительной иллюзией сплошной твердости, потому что это наиболее удобное внутреннее представление твердого тела в наших целях выживания.) В своем собственном масштабе атомные ядра в металле отстоят друг от друга дальше, чем комары в рое, и частица, выброшенная одним распавшимся атомом, весьма вероятно, свободно вылетит из роя. Однако если вы соберете уран 235 в количестве (известном как «критическая масса»), которого как раз достаточно, чтобы типичный нейтрон, выброшенный из любого ядра, в среднем скорее всего попадал в одно ядро перед тем, как совсем покинуть массу металла, начинается так называемая цепная реакция. В среднем каждое распавшееся ядро приводит к распаду другого, происходит эпидемия распада атомов с чрезвычайно быстрым высвобождением тепла и другой разрушительной энергии, и дальнейшие результаты слишком хорошо известны. Все взрывы обладают этим одним и тем же свойством эпидемии, и в более медленном масштабе времени эпидемии болезней иногда напоминают взрывы. Им требуется критическая масса восприимчивых жертв, чтобы начаться, и как только они действительно начинаются, «чем больше у вас есть, тем больше вы получаете». Вот почему настолько важно привить критическую долю населения. Если остается непривитой меньше, чем «критическая масса», эпидемии не могут набрать обороты. (А еще по этой причине эгоистичные халывщики могут избегать прививки и все еще извлекать выгоду из факта, что большинство других людей привито.)

В «Слепоем Часовщике» я отмечал принцип «критической взрывной массы» в работе человеческой массовой культуры. Многие люди предпочитают покупать диски, книги или одежду только лишь потому, что их покупает много других людей. Когда публикуется список бестселлеров, его можно рассматривать как объективное сообщение о покупательском поведении. Но это больше, чем сообщение, потому что опубликованный список действует обратной связью на поведение покупателей и влияет на будущую статистику продаж. Списки бестселлеров поэтому, по крайней мере потенциально, являются жертвами самоподдерживаемых спиралей. Именно поэтому издатели тратят много денег на ранних стадиях продвижения книги в напряженной попытке подтолкнуть ее выше критического порога в список бестселлеров. В надежде на то, что тогда она «взлетит». Чем больше у вас есть, тем больше вы получаете, с дополнительной особенностью внезапного взлета, которая нам нужна ради нашей аналогии. Впечатляющий пример

самоподдерживаемой спирали, разворачивающейся в обратном направлении – крах Уолл Стрит и другие случаи, когда паника продаж на фондовой бирже подпитывает себя в нисходящем штопоре.

У эволюционной коадаптации не обязательно есть дополнительное взрывчатое свойство быть самоподдерживающейся. Нет никаких причин полагать, что, в эволюции нашей мухи, имитирующей паука, коадаптация формы и поведения паука была взрывной. Чтобы так было, необходимо, чтобы первоначальное сходство, скажем, небольшое анатомическое подобие пауку, обеспечило возрастающее давление, заставляющее подражать поведению паука. Это, в свою очередь, поддерживало бы еще более сильное давление, заставляющее подражать форме паука, и так далее. Но, как я сказал, нет никаких причин полагать, что так случилось: нет причин полагать, что давление было самоподдерживающимся и поэтому увеличивалось, когда она двигалась назад и вперед. Как я объяснял в «Слепоем Часовщике», возможно, эволюция хвоста райской птицы, веера павлина и других экстравагантных украшений под влиянием полового отбора является подлинно самоподдерживаемой и взрывной. Здесь принцип «чем больше у вас есть, тем больше вы получаете» действительно применим.

В случае эволюции человеческого мозга, я подозреваю, что мы ищем нечто взрывное, самоподдерживающееся, как ценная реакция атомной бомбы или эволюция хвоста райской птицы, а не как муха, подражающая пауку. Привлекательность этой идеи – в ее способности объяснить, почему среди ряда видов африканских обезьян с мозгом размера шимпанзе один внезапно умчался вперед других без особо очевидной причины. Словно случайное событие подтолкнуло мозг гоминида выше порога, чего-то аналогичного «критической массе», а затем процесс взрывоподобно набрал обороты, потому что он стал самоподдерживающимся.

В чем мог состоять этот самоподдерживающийся процесс? В моих Королевских рождественских лекциях я предположил, что это была «коэволюция программного и аппаратного обеспечения». Как предполагает название, ее можно объяснить по аналогии с компьютером. К сожалению, аналогию, закон Мура, похоже, нельзя объяснить каким-нибудь одним самоподдерживающимся процессом. Усовершенствование интегральных схем на протяжении лет, кажется, обусловлено беспорядочным рядом изменений, что ставит вопрос, почему существует явно устойчивое экспоненциальное усовершенствование. При этом, конечно, есть некоторая коэволюция программного обеспечения и аппаратных средств, движущая историю компьютерного прогресса. В частности, есть нечто соответствующее прорыву через порог, после того, как ощутилась скрытая «потребность».

На заре персональных компьютеров они предоставляли только примитивные программы обработки текстов; мой даже не разбивал слова для переноса в конце строчек. Я тогда увлекался программированием в машинном коде и (мне немного стыдно признаться) решился написать свою собственную программу обработки текстов, названную «Scrivener», использованную мною при написании «Слепого Часовщика» – который иначе был бы закончен скорее! В процессе усовершенствования Scrivener я все больше разочаровывался в идее использовать клавиатуру, чтобы перемещать курсор по экрану. Я просто хотел наводить его с помощью джойстика, который поставляется для компьютерных игр, но не мог придумать, как это сделать. Я явно чувствовал, что программа, которую я хотел написать, задерживалась из-за отсутствия необходимого прорыва аппаратных средств. Позже я обнаружил это устройство, в котором я так отчаянно нуждался, но оказался не достаточно умен, чтобы представить, что фактически оно было изобретено намного ранее. Это устройство было, конечно, мышью.

Мышь была прогрессом аппаратных средств, сконструированная в 1960-ых Дугласом Энгельбартом, который предвидел, что она сделает возможным новый вид программного обеспечения. Эту инновационное программное обеспечение мы теперь знаем, в ее развернутой форме, как графический пользовательский интерфейс или GUI, разработанный в 1970-ых блестящей творческой командой в Xerox PARC, этих Афинах современного мира. Коммерческий успех пришел к нему благодаря Apple в 1983 году, затем ее скопировали

другие компании, вроде VisiOn, GEM и – наиболее коммерчески успешная сегодня – Windows. Суть истории в том, что взрыв хитроумного программного обеспечения в некотором смысле сдерживался, ожидая прорыва в мир, но он должен был дожидаться необходимого элемента аппаратного обеспечения, мыши. Впоследствии распространение программ GUI поставило новые требования к аппаратным средствам, которые должны были стать более быстрыми и емкими, чтобы справляться с потребностями графики. Это, в свою очередь, обеспечило порыв более сложного нового программного обеспечения, особенно программ, способных использовать высокоскоростную графику. Спираль программного обеспечения/аппаратных средств продолжала раскручиваться, и ее последним продуктом является всемирная паутина. Кто знает, что могут породить будущие витки спирали?

Затем, если посмотреть вперед, оказывается, что [компьютерную] производительность собираются использовать для различных вещей. Постепенно расширяются технические возможности и простота использования, и вот, периодически вы переходите через некоторый порог, и что-то новое становится возможным. Так было с графическим пользовательским интерфейсом. Каждая программа стала графической, и вся выводимая информация стала графической, что стоило нам огромной мощности центрального процессора, и оно того стоило... Фактически, у меня есть собственный закон программного обеспечения, закон Натана, который заключается в том, что программное обеспечение растет быстрее, чем закон Мура. И именно поэтому есть закон Мура.

**НАТАН МИРВОЛД, технический директор корпорации Microsoft (1998)**

Возвращаясь к эволюции человеческого мозга, что мы ищем, чтобы довести аналогию до конца? Незначительное усовершенствование аппаратных средств, возможно, небольшое увеличение размера мозга, которое осталось бы незамеченным, если бы не дало толчок новой технике программного обеспечения, которое, в свою очередь, выпустило цветущую спираль коэволюции? Новое программное обеспечение изменило окружающую среду, в которой аппаратные средства мозга подвергались естественному отбору. Это дало начало сильному дарвиновскому давлению к улучшению и наращиванию аппаратных средств, использующему в своих интересах новое программное обеспечение, и самоподдерживающаяся спираль закрутилась, со взрывным эффектом.

В случае человеческого мозга, что могло быть цветущими усовершенствованиями в программном обеспечении? Что было аналогом графического пользовательского интерфейса? Я приведу наиболее очевидный пример, который могу придумать, какого рода вещи это могли быть, ни на минуту не заручаясь, что это была именно та вещь, что запустила спираль. Мой очевидный пример – язык. Никто не знает, как он возник. Кажется, нет ничего напоминающего синтаксис у животных, помимо человека, и трудно себе представить его эволюционных предшественников. Столь же неясно происхождение семантики; слов и их значений. Звуки, означающие что-то вроде «накорми меня» или «уходи», обычны в животном мире, но мы, люди, делаем нечто совсем другое. Как и у других видов, у нас есть ограниченный репертуар базовых звуков, фонем, но мы уникальны в рекомбинировании этих звуков, связывая их в неопределенно большом количестве комбинаций, чтобы выражать то, что зафиксировано только произвольным соглашением. Человеческий язык не ограничивается его семантикой: фонемы могут быть перекомпонованы, чтобы собирать неограниченно расширяющийся словарь слов. И он открыт в своем синтаксисе: слова могут быть перекомпонованы в неограниченно большое количество предложений путем рекурсивного вложения: «Человек приходит. Человек, который поймал леопарда, приходит. Человек, который поймал леопарда, убивавшего коз, приходит. Человек, который поймал леопарда, убивавшего коз, что дают нам молоко, приходит.» Обратите внимание, как предложение растет в середине, в то время как концы – его основа – остаются неизменными. Каждое из вложенных придаточных предложений способно расти таким же образом, и нет

предела возможному росту. Подобного рода потенциально бесконечное расширение, ставшее вдруг возможным благодаря единственному синтаксическому новшеству, похоже, уникально для человеческого языка.

Никто не знает, прошел ли язык наших предков прототипическую стадию с маленьким словарем и простой грамматикой, перед тем как постепенно эволюционировать до нынешнего состояния, когда все тысячи языков в мире весьма сложны (некоторые говорят, что все они сложны совершенно одинаково, но это кажется слишком идеологически совершенным, чтобы быть полностью правдоподобным). Я склонен полагать, что это происходило постепенно, но не вполне очевидно, что так должно было быть. Некоторые люди думают, что язык возник внезапно, более или менее буквально изобретенный одним гением в особом месте в особое время. Происходило ли это постепенно или внезапно, можно рассказать подобную историю о коэволюции программного обеспечения и аппаратных средств. Социальный мир, в котором есть язык – совсем другой вид социального мира, чем тот, в котором его нет. Давление отбора на гены никогда не будет таким же снова. Гены оказываются в мире, совершенно не таком, это как если бы внезапно наступил ледниковый период или на суше неожиданно появился ужасный новый хищник. В новом социальном мире, где язык впервые прорвался на сцену, должен был существовать сильный естественный отбор в пользу людей, генетически оснащенных для освоения этих новых путей. Это напоминает заключение предыдущей главы, в которой я говорил о генах, отбираемых на то, чтобы выживать в виртуальных мирах, построенных в обществе с помощью мозга. Почти невозможно переоценить преимущества, которыми могли обладать люди, способные превзойти других в использовании в своих интересах нового мира языка. Мозг не просто стал больше, чтобы справляться непосредственно с языком. Также целый мир, в котором жили наши предки, был преобразован вследствие изобретения речи.

Но я использовал пример языка, только чтобы сделать убедительной идею коэволюции программного обеспечения и аппаратных средств. Возможно, это не язык вытолкнул человеческий мозг выше критического порога для расширения, хотя я подозреваю, что он играл важную роль. Небесспорно, были ли модулирующие звук аппаратные средства в горле способны к воспроизведению речи в то время, когда мозг начал увеличиваться. Есть некоторые ископаемые свидетельства, заставляющие предположить, что наши возможные предки *Homo habilis* и *Homo erectus*, из-за своей относительно неопущенной гортани, вероятно, не были способны к артикуляции всего диапазона гласных звуков, которые современные горла предоставили в наше распоряжение. Некоторые люди считают это признаком того, что сам язык появился поздно в нашей эволюции. Я думаю, это вывод лишенный воображения. Если была коэволюция программного обеспечения/аппаратных средств, мозг является не единственным аппаратным средством, которое, как мы должны ожидать, усовершенствовалось в спирали. Вокальный аппарат также эволюционировал параллельно, и эволюционное происхождение гортани – одно из изменений аппаратных средств, которое сам язык приводил в действие. Недостаток гласных – не то же самое, что их полное отсутствие. Даже если речь *Homo erectus* казалась монотонной по нашим требовательным стандартам, она все же могла служить в качестве арены для эволюции синтаксиса, семантики и самоподдерживающегося опускания самой гортани. *Homo erectus*, между прочим, вероятно, делал лодки, так же как огонь; мы не должны их недооценивать.

Оставим на мгновение язык, какие другие новшества программного обеспечения могли вытолкнуть наших предков выше критического порога и начать коэволюционную эскалацию? Позвольте мне предложить два, которые могли возникнуть естественным образом из эволюции любви наших предков к мясу и охоте. Сельское хозяйство – недавнее изобретение. Большинство наших предков-гоминид были охотниками-собираателями. Те, кто все еще живет этим древним образом жизни – зачастую классные следопыты. Они могут читать узоры следов, повреждений растительности, отложений экскрементов и остатков волос, чтобы создать детальную картину событий на обширной территории. Узоры следов представляют собой график, карту, символическое представление ряда происшествий в



поведении животных. Помните нашего гипотетического зоолога, чья способность воссоздавать прошлые условия окружающей среды, читая тело животного и его ДНК, оправдала утверждение, что животное служит моделью окружающей его среды? Не могли бы мы высказывать подобное мнение о бушмене, специалисте по следам, которому нужно лишь прочитать следы в грязи Калахари, чтобы восстановить детальную картину, описание или модель поведения животных в недавнем прошлом? Должным образом прочитанные, такие следы составляют карты и картины, и мне кажется вероятным, что способность читать такие карты и картины, возможно, возникла у наших предков до происхождения словесной речи.

Предположим, что группа охотников *Homo habilis* должна была планировать совместную охоту. В замечательном и леденящем кровь телевизионном фильме «Too Close For Comfort» (1992) Дэвид Аттенборо показывает современных шимпанзе, совершающих то, что кажется тщательно спланированным и успешным преследованием и устраивающих засаду на обезьяну колобус, которую они затем разрывают на части и поедают. Нет никаких причин полагать, что шимпанзе сообщали друг к другу какой-то детальный план перед началом охоты, но есть все причины полагать, что *habilis* мог извлекать некоторую выгоду из такого обмена информацией, если бы его можно было обеспечить.

Как такая коммуникация могла развиваться? Предположим, что у одного из охотников, которого мы можем представить как вождя, есть план, как заманить в засаду антилопу канна, и он хочет передать этот план своим коллегам. Несомненно, он мог бы мимически изобразить поведение антилопы канна, возможно, надев для этой цели ее шкуру, как делают сегодня народы, занимающиеся охотой, в ритуальных целях или для развлечения. И он мог бы мимически изобразить те действия, которые он хочет, чтобы выполняли его охотники: тайно подкрадываться в траве; шумно и выразительно во время загона; внезапно нападать из конечной засады. Но он мог бы сделать больше, и в этом он напоминал бы какого-нибудь современного армейского офицера. Он мог указать цели и составить план маневров на карте местности.

Все наши охотники, как мы можем предположить, являются опытными следопытами, разбирающимися в планах расположения, в двумерном пространстве, отпечатках ног и других следах: пространственные навыки, выходящие за пределы того, что мы (если мы сами случайно не окажемся охотниками-бушменами) можем легко себе представить. Все они полностью приучены к мысли следовать по следам, и воображать, что они размещены на земле в виде карты в натуральную величину и временного графика движения животного. Что могло быть естественнее, чем вождю схватить палку и начертить в пыли масштабную модель именно такой временной картины: карту движения по поверхности? Вождь и его охотники полностью привыкли к идее, что ряд отпечатков копыт указывает на передвижение гну по илистому берегу реки. Почему бы ему не начертить линию, указав течение самой реки на масштабной карте в пыли? Привыкшему, как и все, следовать по человеческим следам от собственной родной пещеры к реке, почему бы вождю не указать на своей карте положение пещеры относительно реки? Двигаясь вокруг карты со своей палкой, охотник мог указать направление приближения антилопы канна, угол ее предлагаемого движения, местоположение засады: указать их буквально, начертив на песке.

Могло ли каким-то похожим образом зародиться понятие двумерного изображения в уменьшенном масштабе – как естественное обобщение важного искусства чтения следов животных? Может быть, идея рисовать изображение самих животных возникла по той же причине. Отпечаток в грязи копыта гну является, очевидно, негативным изображением реального копыта. Свежий след от лапы льва, должно быть, внушал страх. Породило ли во вспышке озарения это понимание, что можно нарисовать обозначение части животного – и следовательно, с помощью экстраполяции, целого животного? Возможно, вспышка озарения, которая привела к первому рисунку целого животного, возникла благодаря отпечатку целого трупа, вытащенного из грязи, затвердевшей вокруг него. Или менее отчетливое изображение в траве могло легко быть дополнено программой виртуальной реальности собственного

мозга.

Там до сих пор в траве,  
Где заяц ночевал,  
Не распрямился след.

#### У. Б. ЙЕЙТС, «Память» (1919)

Изобразительное искусство любого рода (и, вероятно, неизобразительное искусство также) полагается на замеченную особенность, что что-то одно может быть представлено чем-то другим, и что это может помочь мышлению или коммуникации. Аналогии и метафоры, которые лежат в основе того, что я назвал поэтической наукой – хорошей и плохой – служат другими проявлениями той же самой человеческой способности создавать символы. Давайте определим диапазон, в котором могли быть представлены эволюционные последовательности. В одном конце диапазона мы позволяем вещам представлять другие вещи, которые они напоминают – как в наскальных рисунках буйволов. В другом конце – символы, наглядно не напоминающие вещи, которые они представляют – как в слове «буйвол», обозначающему буйвола только благодаря произвольному соглашению, которое соблюдают все, кто говорит по-английски. Промежуточные стадии диапазона, как я сказал, могут представлять эволюционную последовательность. Мы, возможно, никогда не узнаем, как она началась. Но, возможно, моя история следов отражает своего рода озарение, которое могло быть задействовано, когда люди впервые начали думать аналогиями и, следовательно, осознали возможности семантического представления. Действительно ли это породило семантику или нет, моя карта следопыта присоединяется к языку, как второе мое предположение о программной инновации, которая, возможно, запустившей коэволюционную спираль, приведшую к расширению нашего мозга. Возможно, рисование карт вытолкнуло наших предков выше критического порога, который другие обезьяны были просто не в состоянии пересечь?

Моя третья возможная программная инновация навеяна предположением, сделанным Уильямом Кальвином. Он предположил, что баллистическое движение, такое как метание предметов в отдаленную цель, выдвинуло особые вычислительные требования к нервной ткани. Его идея состояла в том, что преодоление этой специфической проблемы, возможно, первоначально в целях охоты, в качестве побочного продукта оснастило мозг оборудованием для выполнения многих других важных вещей.

На галечном пляже Кальвин забавлялся, бросая камни в бревно, и это действие непроизвольно запустило (метафора не случайна) продуктивный ход мыслей. Какие вычисления должен производить мозг, когда мы бросаем что-то в цель, как все чаще, должно быть, делали наши предки, когда у них эволюционировали охотничьи навыки? Один ключевой компонент точного броска – координация во времени. Какое бы движение руки вы ни предпочитали, будь то бросок снизу, бросок из-за головы, метание или замах запястьем, все определяет точный момент, когда вы выпускаете ваш снаряд. Представьте движение боулера при подаче в крикете (подача мяча в крикете отличается от бейсбола тем, что в нем рука должна оставаться прямой, и это облегчает рассуждения). Если вы выпускаете шар слишком рано, он пролетит над головой отбивающего. Если вы отпускаете слишком поздно, он зароется в землю. Как нервная система достигает умения выпустить снаряд точно в нужный момент, подгаданный к скорости движения руки? В отличие от выпада шпаги, в котором вы могли бы направлять руку до самой цели, подача шара или бросок является баллистическим. Снаряд покидает вашу руку, и вы его больше не контролируете. Есть другие искусные движения, как забивание гвоздя, которые по сути являются баллистическими, даже если инструмент или оружие не покидает вашу руку. Все вычисление должно быть сделано заранее: «точный расчет траектории».

Один способ решить проблему времени отпускания при броске камня или копья состоял бы в том, чтобы по ходу рассчитывать необходимые сокращения отдельных мышц

во время движения руки. Современные компьютеры были бы способны к такому трюку, но мозг слишком медлителен. Вместо этого Кальвин сделал вывод, что нервные системы, будучи медлительными, будут более успешны с буферной памятью заученных команд для мускулов. Весь порядок подачи шара в крикете или броска копья запрограммирован в мозге, как записанный заранее перечень команд отдельных движений мускулов: собранные вместе по порядку, они должны быть выполнены.

Очевидно, более удаленные цели поразить тяжелее. Кальвин смахнул пыль со своих учебников физики и прикинул как вычислить укорачивающееся «окно запуска», по мере того, как вы стараетесь сохранить точность при все более дальнем броске. «Окно запуска» – космический термин. Ракетостроители (эта профессия одаренных согласно поговоркам людей) вычисляют окно возможности, в течение которого они должны запустить космический корабль, если им надо попасть, скажем, на Луну. Если выстрелить слишком рано или слишком поздно, вы промахнетесь. Кальвин сделал этот расчет для цели размером с кролика на расстоянии в четыре метра, его окно запуска было шириной приблизительно в 11 миллисекунд. Если он выпускал камень слишком рано, тот перелетал через кролика. Если он удерживал его слишком долго, камень не долетал. Разница между слишком быстро и слишком долго была всего лишь в 11 миллисекунд, приблизительно одну сотую долю секунды. Как специалиста в синхронизации нервных клеток, Кальвина это беспокоило, потому что он знал, что нормальная допустимая погрешность нервной клетки больше, чем окно запуска. Однако он также знал, что хорошие метатели среди людей способны поразить такую цель на этом расстоянии, даже на бегу. Сам я никогда не забуду зрелище, когда моего Оксфордского сверстника, Наваба Патауди (одного из величайших крикетистов Индии, даже после потери одного глаза) выпустили играть за университет, и он бросал шар в калитку с потрясающей скоростью и точностью, снова и снова, даже продолжая бежать на скорости, что явно устрашало отбивающих игроков, улучшая игру его команды.

Кальвину нужно было разгадать тайну. Как нам удастся так хорошо бросать? Ответ, решил он, должен содержаться в законе больших чисел. Никакая одна времязадающая схема не может достигнуть точности охотника-бушмена, бросающего копье, или игрока в крикет, бросающего шар. Должно быть множество таких схем, работающих параллельно, с усреднением их эффекта, чтобы принять окончательное решение, когда выпустить снаряд. А теперь мы переходим к сути. Обладая развившимся множеством схем задания времени и последовательности действий для одной цели, почему бы не направить их на другие задачи? Сам язык зависит от точной последовательности действий. Так же и в музыке, танце, даже в продумывании планов на будущее. Мог ли бросок быть предшественником самого прогнозирования? Когда мы бросаем наш разум вперед в воображении, делаем ли мы что-то почти буквальное, так же как метафорическое? Когда было произнесено первое слово, где-нибудь в Африке, воображал ли говорящий себя бросающим метательный снаряд из своего рта в намеченного слушателя?

Мой четвертый кандидат на программу, которая принимает участие в коэволюции программного обеспечения и аппаратных средств – «мем», единица культурного наследования. Мы уже намекали на него, обсуждая «взлет» бестселлеров в стиле эпидемии. Я здесь опираюсь на книги моих коллег Дэниела Деннетта и Сьюзен Блэкмор, которые были среди нескольких конструктивных теоретиков мемов, когда это слово было впервые выдуманно в 1976 году. Гены реплицируются, копируются от родителя к потомку, передаваясь из поколения в поколение. Мемы по аналогии – это нечто, что реплицируется из мозга в мозг, через любые доступные средства копирования. Спорный вопрос, является ли подобие между геном и мемом хорошей научной поэзией или плохой. В итоге, я все еще думаю, что она хорошая, хотя, если вы поищите это слово во всемирной паутине, вы найдете большое количество примеров энтузиастов, предавшихся эмоциям и зашедших слишком далеко. Кажется, даже существует своего рода зарождающаяся религия мема – для меня трудно понять, шутка это или нет.

Мы с женой иногда страдаем бессонницей, когда наши умы донимают мелодии,

которые повторяются много раз в голове, упорно и немилосердно, на всем протяжении ночи. Определенные мелодии являются особо вредными паразитами, например, «Masochism Tango» Тома Лерера. В этом нет како-либо большой заслуги мелодии (в отличие от слов, которые блестяще рифмованы), но от нее почти невозможно избавиться, стоит только ей засесть. Мы теперь договорились, что, если у нас в мозгу в течение дня сохраняется одна из опасных мелодий (Леннон и Маккартни – другие главные паразиты), мы ни в коем случае не будем петь или насвистывать их с приближением времени сна, из боязни заразить другого. Это понятие, что мелодия в одном мозге может «заразить» другой мозг – тематика чистых мемов. То же самое может случиться, когда один бодрствует. Деннетт в «Опасной идее Дарвина» (1995) рассказал следующую историю:

На днях я был обеспокоен – встревожен – поймав себя на том, что на ходу сам себе напеваю мелодию. Это не была тема Гайдна, или Брамса, или Чарли Паркера, или даже Боба Дилана. Я энергично напевал: «It takes two to tango» – совершенно заунывный хит, от которого абсолютно нельзя избавиться, прилипающий к ушам как жевательная резинка, который был необъяснимо популярен где-то в 1950-х. Я уверен, что никогда в жизни не выбирал эту мелодию, высоко не ценил эту мелодию, и никогда не считал, что она была лучше, чем тишина, но это был ужасный музыкальный вирус, по крайней мере столь же живучий в мемуфонде, как любая мелодия, которую я действительно ценю. И теперь, в довершение всего, я воскресил вирус во многих из вас, кто, несомненно, будет проклинать меня на днях, когда обнаружит, что напевает, впервые за более чем тридцать лет, эту надоедливую мелодию.

Для меня сводящий с ума джингл – это как раз зачастую не мелодия, а бесконечно повторяемая фраза, не с каким-то явным значением, а лишь фрагмент выражения, которое я, или кто-то еще, возможно, произнес в некоторый момент в течение дня. Не ясно, почему выбирается определенная фраза или мелодия, но, когда она застряла, чрезвычайно трудно ее сдвинуть. Она продолжает бесконечно повторяться. В 1876 году Марк Твен написал рассказ «Литературный Кошмар», о том, как его разум перенял смешной фрагмент стихотворной инструкции проводника автобуса для билетного автомата, в котором рефреном было «Режьте, братцы, режьте!»<sup>17</sup>.

Режьте, братцы, режьте!  
Режьте осторожно!  
Режьте, чтобы видел  
пассажир дорожный!

Это мантра-подобный ритм, и я едва отважился процитировать его, опасаясь заразить вас. У меня он крутился рефреном в голове в течение всего дня после прочтения истории Марка Твена. Рассказчик Твена, наконец, избавился от него, передав священнику, который, в свою очередь, был доведен до помешательства. Этот аспект истории «бесовой свиньи» – идея, что, когда вы передаете мем кому-то еще, вы, таким образом, от него избавляетесь – является единственной деталью, которая не звучит правдоподобно. Лишь то, что вы заражаете мемом кого-то еще, не означает, что вы очищаете от него ваш мозг.

Мемами могут быть хорошие идеи, хорошие мелодии, хорошие поэмы, так же как вздорные мантры. То, что распространяется имитацией, подобно генам, распространяемым с помощью размножения тел или вирусной инфекции, является мемом. Главный интерес к ним состоит в том, что существует по крайней мере теоретическая возможность истинного дарвиновского отбора мемов, по аналогии со знакомым отбором генов. Те мемы, которые

---

<sup>17</sup> напр. <http://psy.1september.ru/article.php?ID=200302112> (прим. верст.)

распространяются, делают это потому, что они хороши для этого. Неумолимым джинглом Деннетта, как моим и моей жены, было танго. Действительно ли есть что-то коварное в ритме танго? Скажем так, нужны дополнительные свидетельства. Но общая идея, что какой-то мем может быть более заразным, чем другие, из-за присущих ему свойств, достаточно разумна.

Как и с генами, мы можем ожидать, что мир наполнится мемами, которые преуспели в искусстве передачи своих копий от мозга к мозгу. Мы можем заметить, что некоторые мемы, такие как джингл Марка Твена, в сущности обладают этим свойством, хотя мы и не можем проанализировать, чем это определяется. Достаточно того, что мемы отличаются по своей заразности, чтобы начался дарвиновский отбор. Иногда мы можем понять, что в меме такого, что позволяет ему распространяться. Деннетт отмечает, что мем теории заговора имеет встроенный ответ на возражение, что нет никаких достаточных свидетельств заговора. «Конечно нет – потому что заговор такой мощный!»

Гены будут распространяться благодаря простой паразитарной эффективности, как в случае вируса. Мы можем считать это распространение ради распространения довольно бесполезным, но природу не интересует наше суждение о бесполезности или еще о чем либо. Если в части кода есть то, что требуется для распространения, он распространяется и всё. Гены могут также распространяться в результате того, чем мы считаем «законной» причиной, скажем, потому что они улучшают остроту зрения ястреба. Эти гены – те, что первыми приходят нам в голову, когда мы думаем о дарвинизме. В «Восхождении на пик Невероятности» я объяснил, что и ДНК слона, и вирус представляют собой программы «скопируй меня». Разница в том, что в одной из них есть едва ли не фантастически большое отступление: «Скопируй меня, построив сначала слона.» Но оба вида программы распространяются, потому что, со своими различными способами, они в этом хороши. То же самое верно для мемов. Навязчивые танго выживают в мозгу и заражают другие мозги по причинам чистой паразитарной эффективности. Они расположены поблизи вирусного конца спектра. Прекрасные идеи в философии, блестящее прозрения в математике, хитрые способы завязывания узлов или вылепливания горшков выживают в мемфонде по причинам, которые ближе к «законному» или «слоновьему» концу нашего дарвинистского спектра.

Мемы не могли бы распространяться, если бы не биологически полезная тенденция людей к подражанию. Есть множество серьезных причин, почему обычный естественный отбор должен был способствовать подражанию, работая над генами. Особи, генетически предрасположенные к подражанию, ускоренно овладевают навыками, которые, возможно, требуют у других много времени для наработки. Один из прекраснейших примеров – распространение навыка открывать молочные бутылки среди синиц (европейский аналог американских синиц-гаичек). Молоко в бутылках разносят очень рано на пороги Британских домов, и оно обычно стоит там некоторое время, прежде чем его заберут. Маленькая птица способна проклевать крышку, но не очевидно, почему птица должна это делать. Случилось так, что ряд эпидемий атак на горлышки бутылок среди лазоревок стали распространяться за пределы отдельных географических очагов в Британии. Эпидемия – как раз правильное слово. Зоологи Джеймс Фишер и Роберт Хайнд смогли зафиксировать распространение привычки в 1940-ых, когда она разошлась, благодаря подражанию, от центров, где она зародилась, по-видимому, открытая несколькими отдельными птицами: острова изобретательности и основатели эпидемий мемов.

Подобные истории можно рассказать о шимпанзе. Вылавливанию термитов, тыкая веточкой в термитник, они учатся с помощью подражания. Также и мастерству колоть орехи камнями на бревне или каменной наковальне, которое встречается в определенных отдельных областях Западной Африки, но не других. Наши предки гоминиды, конечно, обучались жизненным навыкам, подражая друг другу. Среди сохранившихся племенных групп каменные инструменты, ткачество, методы ловли рыбы, сооружение соломенных крыш, гончарное дело, добывание огня, приготовление пищи, кузнечное ремесло – всем этим умениям учатся благодаря подражанию. Линии наследования мастеров и учеников –

меметический аналог генетических линий предок/потомок. Зоолог Джонатан Кингдон предположил, что некоторые навыки наших предков возникли, когда люди подражали другим видам. Например, паутина, возможно, вдохновила на изобретение рыболовных сетей и веревки или бечевки, гнезда ткачиков – на изобретение узлов или соломенных крыш.

Мемы, в отличие от генов, похоже, не содействуют друг другу в постройке больших «транспортных средств» – тел – для своего совместного размещения и выживания. Мемы полагаются на транспортные средства, построенные генами (если, как было предложено, вы не считаете интернет транспортным средством мемов). Но всё же мемы управляют поведением живых тел не менее эффективно. Аналогия между генетической и меметической эволюцией начинает становиться интересной, если мы обратимся к нашему уроку «эгоистичного кооператора». Мемы, как и гены, выживают в присутствии определенных других мемов. Разум может стать подготовленным благодаря присутствию определенных мемов, чтобы воспринять другой специфический мем. Так же, как генофонд вида становится кооперативным картелем генов, так и группа умов – «культура», «традиции» – становится кооперативным картелем мемов, мемоплексом, как его назвали. Как и в случае генов, ошибочно рассматривать весь картель как структуру, отобранную как единое целое. Правильный способ его рассматривать – выразить в терминах мемов, помогающих друг другу, каждый из которых представляет окружающую среду, благоприятствующую другим. Независимо от того, какие могут быть недостатки теории мемов, я думаю, тот факт, что культура или традиции, религия или политическая система, создаваемая согласно модели «эгоистичного кооператора», вероятно, является как минимум важной частью правды.

Деннетт ярко пробуждает образ разума как кипящего рассадника мемов. Он даже заходит настолько далеко, что защищает гипотезу, что «человеческое сознание как таковое является огромным комплексом мемов...» Он делает это наряду со многим другим, убедительно и подробно, в своей книге «Объясненное сознание» (1991). Возможно, я не смогу кратко сформулировать замысловатый ряд аргументов этой книги, а довольствуюсь еще одной характерной цитатой:

Пристанищем всех мемов, в зависимости от достижений, является человеческий разум, но сам человеческий разум представляет собой артефакт, созданный, когда мемы изменяют структуру человеческого мозга, чтобы сделать его лучшей средой обитания для мемов. Способы ввода и вывода изменились, чтобы удовлетворять местным условиям, и усилились различными искусственными устройствами, которые увеличивают точность и множественность репликации: коренные китайские умы существенно отличаются от коренных французских умов, а грамотные умы отличаются от неграмотных. То, что мемы отдают назад организмам, в которых они проживают – несметное количество преимуществ – с некоторыми Троянскими Конями вдобавок... Но если верно, что человеческие умы сами в очень большой степени являются созданиями мемов, тогда мы не можем сохранять полярное мнение, которое мы рассматривали ранее; это не может быть «мемы против нас», потому что более ранние нашествия мемов уже играли главную роль в определении, кто мы или каковы мы.

Есть экология мемов, тропический лес мемов, термитник мемов. Мемы не только прыгают от разума к разуму благодаря подражанию, в культуре. Это лишь легко заметная верхушка айсберга. Они также процветают, множатся и конкурируют в наших разумах. Когда мы объявляем миру хорошую идею, кто знает, какой подсознательный квазидарвиновский отбор незаметно произошел в наших головах? Наши умы захватили мемы, как древние бактерии вторглись в клетки наших предков и стали митохондриями. Подобно Чеширскому Коту, мемы стали частью наших умов, даже стали нашими умами, так же как эукариотические клетки представляют собой колонии митохондрий, хлоропластов и других бактерий. Это похоже на прекрасный рецепт козволюционных спиралей и увеличения человеческого мозга, но что конкретно движет эту спираль? В чем состоит

самоподдержание, элемент «чем больше у вас есть, тем больше вы получаете»?

Сьюзен Блэкмор подходит к этому вопросу, задавая другой: «Кому следует подражать?» Людям, лучшими в рассматриваемом навыке, конечно, но есть более общий ответ на этот вопрос. Блэкмор предполагает, что вы бы предпочли подражать лучшим подражателям – они вероятнее подхватили лучшие навыки. И на ее следующий на ее вопрос, «Кого Вы берете в супруги?» ответ такой же. Вы берете в супруги лучших подражателей самых модных мемов. Поэтому мало того, что мемы отбираются на способность распространяться, гены тоже отбираются обычным дарвиновским отбором на способность создавать особи, которые хороши в распространении мемов. Я не хочу украсть триумф доктора Блэкмор, поскольку мне досталась честь увидеть предварительные наброски ее книги «The Meme Machine» (1999). Я просто отмечу, что здесь мы имеем коэволюцию программного обеспечения и аппаратных средств. Гены строят аппаратные средства. Мемы – программное обеспечение. Коэволюция – это то, что, возможно, привело к раздуванию человеческого мозга.

Я сказал, что я возвращусь к иллюзии «маленького человека в мозге». Не для того, чтобы решить проблему сознания, что сверх моей компетенции, а чтобы провести другое сравнение между мемами и генами. В «Расширенном фенотипе» я приводил доводы против принятия индивидуального организма за должное. Я имел в виду человека не в смысле сознания, а в смысле тела, составляющего единое целое, окруженное кожей и посвященное более или менее единой цели выживать и размножаться. Не индивидуальный организм, утверждал я, фундаментален для жизни, а что-то, что появляется, когда гены, которые в начале эволюции были отдельными, враждующими объектами, объединяются вместе в сотрудничающие группы, как «эгоистичные кооператоры». Индивидуальный организм не совсем иллюзия. Он слишком конкретный для этого. Но он является вторичным, производным феноменом, собранным вследствие действий по сути отдельных, даже противоречивых факторов. Я не буду развивать эту идею, а лишь прослежу вслед за Деннеттом и Блэкмор, идею сравнения с мемами. Возможно, субъективное «я», личность, которой я в себя ощущаю – такая же полуиллюзия. Разум – совокупность по существу независимых, даже противоречивых агентов. Марвин Минский, отец искусственного интеллекта, назвал свою книгу «Общество Разума» (1985). Действительно ли эти агенты должны отождествляться с мемами, мысль, которую я сейчас высказываю, состоит в том, что субъективное чувство, что «кто-то там есть», может быть грубой, возникающий лишь у целого, но отсутствующей у элементов, полуиллюзорной аналогией полуиллюзии индивидуального тела, появляющегося в эволюции из зыбкой кооперации генов.

Но это было отступление. Я искал инновационные программы, которые, возможно, запустили самоподдерживающуюся спираль коэволюции аппаратных средств и программного обеспечения, чтобы объяснить увеличение человеческого мозга. Я пока что упомянул язык, чтение карт, броски и мемы. Еще один вариант – половой отбор, который я представил в виде аналогии, чтобы объяснить принцип взрывной коэволюции, но мог ли он в действительности привести к увеличению человеческого мозга? Производили ли наши предки впечатление на своих партнерш своего рода интеллектуальным павлиньим хвостом? Получали ли большие мозговые аппаратные средства преимущества из-за своих демонстративных программных проявлений, возможно, в виде способности запомнить шаги очень сложного ритуального танца? Возможно.

Многие сочтут сам язык наиболее убедительным, как и наиболее явным кандидатом на роль программного спускового механизма увеличения мозга, и я хотел бы вернуться к нему с другой точки зрения. Терренс Дикон в «The Symbolic Species» (1997) использовал схожий с мемами подход к языку:

Не слишком неестественно представлять языки почти так, как мы представляем вирусы, пренебрегая различиями в конструктивном в противовес деструктивным эффектам. Языки – неодушевленные артефакты, системы звуков и каракуль на глине или бумаге, которым довелось проникнуть в деятельность

человеческого мозга, копирующего их части, собирающего их в системы и передающего их. Факт, что копируемая информация, составляющая язык, не организована в живое существо, никоим образом не исключает, что она – интегрированная адаптивная сущность, эволюционирующая в связи к человеческим хозяевам.

Дикон продолжает выбирать «симбиотическую», а не вирулентную паразитическую модель, снова проводя сравнение с митохондриями и другими симбиотическими бактериями в клетках. Языки эволюционируют становясь лучше в инфицировании детского мозга. Но мозг детей, этих интеллектуальных гусениц, также эволюционирует, становясь лучше в способности заражаться языком: коэволюция еще раз.

К. С. Льюис в «Bluspels and Flalansferes» (1939) напоминает нам об афоризме филологов, что наш язык полон мертвых метафор. В своем эссе «Поэт» (1844) философ и поэт Ральф Волдо Эмерсон сказал: «Язык – это ископаемая поэзия». Если не все наши слова, то, конечно, большое их число возникло в виде метафор. Льюис упоминает, что «attend» [«уделять внимание»], некогда значило «растянуть». Если я слушаю вас, я протягиваю к вам свои уши. Я «схватываю» вашу мысль, когда вы «охватываете» тему, и «вколачиваете» в сознание ваш «пункт». Мы «переходим» к вопросу, «вскрываем» «направление» мысли. Я преднамеренно выбрал случаи, метафорическая родословная которых недавняя и поэтому доступная. Филологи копнут глубже (понимаете, что я имею в виду?) и покажут, что даже слова, происхождение которых менее очевидно, были когда-то метафорами, возможно, в мертвых (уловили?) языках. Само слово «language» [язык] происходит от латинского слова, обозначающего язык [орган в ротовой полости].

Я только что купил словарь современного сленга, потому что был расстроен, когда американские читатели машинописного экземпляра этой книги сказали мне, что некоторые из моих любимых английских слов не будут поняты по ту сторону Атлантики. «Mug», например, означающее дурак, простофиля или лопух, там непонятно. Вообще я был успокоен, найдя в словаре столько сленговых слов, фактически общепринятых в англоговорящем мире. Но меня больше заинтриговала удивительная креативность нашего вида в изобретении бесконечного источника новых слов и их употреблений. «Параллельная парковка» (Parallel parking) или «перевить свои трубы» (getting your plumbing snaked) для совокупления; «ящик идиота» (idiot box) для телевизора; «положить сладкий крем» (park a custard) для рвоты; «Рождество на палочке» (Christmas on a stick) для высокомерного человека; «никсон» (nixon) для мошеннической сделки; «набитый сэндвич» для полицейского автомобиля; эти сленговые выражения представляют передовой рубеж удивительного богатства семантических инноваций. И они отлично иллюстрируют тезис К.С. Льюиса. Не так ли были созданы все наши слова?

Как с «картами следов», я задаюсь вопросом, то ли способность видеть аналогии, то ли способность выражать смысл в терминах символических подобий другим вещам могла стать критическим успехом программного обеспечения, который продвинул эволюцию человеческого мозга выше порога в коэволюционную спираль. В английском языке мы используем слово «mammoth» (мамонтовый) как прилагательное, синонимичное очень большому. Мог ли произойти прорыв наших предков в семантике, когда какой-то предразумный поэтический гений, из всех сил пытаясь передать идею «большого», в некотором совершенно другом контексте натолкнулся на идею сымитировать, или нарисовать, мамонта? Могло ли это быть тот род подвижки в программном обеспечении, который подтолкнул человечество к взрыву коэволюции программного обеспечения/аппаратных средств? Возможно, не этот отдельный пример, поскольку большой размер слишком легко передать общепринятым излюбленным жестом хвастливых рыболовов. Но даже это является прогрессом программного обеспечения относительно коммуникации шимпанзе в диких условиях. Или что вы скажете о имитации газели, означающей утонченное, застенчивое изящество девочки в плиоценовом предвосхищении Йейтса: «Две девочки, обе красивые, одна – газель»? Или о разбрызгивании воды из тыквы,



чтобы обозначить не только дождь, что почти слишком очевидно, но и слезы, стараясь передать печаль? Могли ли наш отдаленные предки *habilis* или *erectus* представить себе – и, что важно, найти способ выразить – образ, подобный «рыдающему дождю» Джона Китса? (Хотя, конечно, сами слезы – нерешенная эволюционная загадка.)

Однако, это возникло, и какова бы ни была его роль в эволюции языка, у нас, людей, единственных среди животных, есть поэтический дар к метафорам: замечать, когда вещи похожи на другие вещи, и использовать эту зависимость как точку опоры для наших мыслей и чувств. Это один аспект дара воображения. Возможно, это было ключевым новшеством программного обеспечения, которое запустило нашу коэволюционную спираль. Мы могли бы представить его как ключевое достижение в программе, моделирующей мир, которое было предметом предыдущей главы. Возможно, это был шаг от ограниченной виртуальной реальности, где мозг имитирует модель того, что ему говорят органы чувств, к неограниченной виртуальной реальности, где мозг моделирует вещи, которых на самом деле там в это время нет – воображение, мечтание, расчет в стиле «что если» относительно гипотетического будущего. И это, наконец, возвращает нас обратно к поэтической науке и основной теме всей книги.

Мы можем взять программное обеспечение виртуальной реальности в наших головах и предоставить ему свободу от тирании моделирования только практической реальности. Мы можем представить себе миры, которые могли бы существовать, так же как те, которые существуют. Мы можем моделировать возможные будущие, так же как предковые прошлые времена. При помощи внешних воспоминаний и артефактов для работы с символами – бумаги и ручек, счетных досок и компьютеров – мы имеем возможность построить рабочую модель вселенной и гонять ее в наших головах до смерти.

Мы можем выбраться за пределы вселенной. Я имею в виду, в смысле поместить модели вселенной в наших черепах. Не суеверные, недалекие, ограниченные модели, наполненные духами и эльфами, астрологией и волшебством, сверкающие поддельными кувшинами золота там, где заканчивается радуга. Большую модель, достойную реальности, которая упорядочивает, обновляет и умеряет ее; модель звезд и больших расстояний, где благородная кривая пространства-времени Эйнштейна отодвигает на задний план кривую радуги завета Яхве, и обрезает под размера; мощную модель, включающую прошлое, ведущую нас через настоящее, способную простираться далеко вперед, чтобы предложить подробную реконструкцию альтернативного будущего и позволить нам выбирать.

Только люди основывают свое поведение на знании того, что случилось до того, как они родились, и предвидении, что может случиться после того, как они умрут; поэтому только люди находят свой путь благодаря свету, освещающему больше, чем участок суши, на котором они стоят.

**П. Б. и Дж. С. МЕДАВАР, «Наука о жизни» (1977)**

Пятно света проходит, но, что ободряет, перед тем как пройти, оно дает нам время, чтобы постичь кое-что о том месте, в котором мы мимолетно оказались, и причину, почему так произошло. Мы одни среди животных предвидим наш конец. Мы также единственные среди животных, способные сказать перед смертью: «Да, это – то, почему стоило жить вообще.»

Ужели не блаженство – умереть,  
Без муки ускользнуть из бытия,  
Пока над миром льется голос твой...

**ДЖОН КИТС, «Ода Соловью» (1820)**

Китс и Ньютон, слушая друг друга, могли бы услышать пение галактик.