

КАК НАС ОБМАНЫВАЮТ ОРГАНЫ ЧУВСТВ

ДОНАЛЬД ХОФФМАН



НАДЕВАЯ ШЛЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ, ВЫ ЗНАЕТЕ, ЧТО ОН ПОДАРИТ ВАМ ЗАХВАТЫВАЮЩИЕ ОЩУЩЕНИЯ, КОТОРЫХ НЕТ В РЕАЛЬНОМ МИРЕ. НО ОТКУДА УВЕРЕННОСТЬ, ЧТО, СНИМАЯ ШЛЕМ, ВЫ ВИДИТЕ МИР ТАКИМ, КАКОЙ ОН ЕСТЬ НА САМОМ ДЕЛЕ?

«ПОИСТИНЕ РАДИКАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ДОНАЛЬДА ХОФФМАНА ЗАСТАВИТ НАС ОСМЫСЛИТЬ РЕАЛЬНОСТЬ В СОВЕРШЕННО ИНОМ СВЕТЕ. БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ, ВАШЕ ВОСПРИЯТИЕ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА ВОТ-ВОТ РАЗРУШИТСЯ!»

КРИС АНДЕРСОН, КУРАТОР TED TALKS

Понятная медицина

Дональд Хоффман

**Как нас обманывают
органы чувств**

«Издательство АСТ»

2019

УДК 159.937

ББК 88.3

Хоффман Д. Д.

Как нас обманывают органы чувств / Д. Д. Хоффман —
«Издательство АСТ», 2019 — (Понятная медицина)

ISBN 978-5-17-150161-7

Можем ли мы безоговорочно доверять нашим чувствам и тому, что мы видим? С тех пор как *Homo sapiens* появился на земле, естественный отбор отдавал предпочтение искаженному восприятию реальности для поддержания жизни и размножения. Как может быть возможно, что мир, который мы видим, не является объективной реальностью? Мы видим мчащийся автомобиль, но не перебегаем перед ним дорогу; мы видим плесень на хлебе, но не едим его. По мнению автора, все эти впечатления не являются объективной реальностью. Последствия такого восприятия огромны: модельеры шьют более приятные к восприятию силуэты, а в рекламных кампаниях используются определенные цвета, чтобы захватить наше внимание. Только исказив реальность, мы можем легко и безопасно перемещаться по миру. Дональд Дэвид Хоффман – американский когнитивный психолог и автор научно-популярных книг. Он является профессором кафедры когнитивных наук Калифорнийского университета, совмещая работу на кафедрах философии и логики. Его исследования в области восприятия, эволюции и сознания получили премию Троланда Национальной академии наук США.

УДК 159.937

ББК 88.3

ISBN 978-5-17-150161-7

© Хоффман Д. Д., 2019

© Издательство АСТ, 2019

Содержание

Предисловие	7
Глава первая. Тайна. Скальпель, расщепивший сознание	12
Глава вторая. Красота. Соблазн генов	25
Глава третья. Реальность. Шалости невидимого солнца	36
Конец ознакомительного фрагмента.	44
Комментарии	

Дональд Хоффман

Как нас обманывают органы чувств

Donald Hoffman
THE CASE AGAINST REALITY

Copyright © 2019 by Donald Hoffman. All rights reserved.

© 2019 by Donald Hoffman.

© ООО Издательство «АСТ»

© Максимова О., перевод

* * *

*Есть настроение взорвать мозг? В этой увлекательной, глубоко оригинальной и удивительно захватывающей книге Хоффман берет нас в путешествие по неизведанной территории, где встречаются когнитивная наука, фундаментальная физика и эволюционная биология – и где природа реальности висит на волоске. Ваш взгляд на мир – или, скорее, на ваш интерфейс – больше никогда не будет прежним. Аманда Гефтер, автор книги *Trespassing on Einstein's Lawn**

*Эта книга обязательна к прочтению, если вы хотите привести свое понимание реальности в соответствие с Миром. Вас ожидают большие сюрпризы и расширение границ. Хорошее чтение, которое побудит вас задуматься о себе, о других и о мире. Ян Кендеринк, автор учебника *Color for the Sciences**

Вуди Аллен как-то сказал: «Я ненавижу реальность. А реальность... пока единственное место, где на обед дают добрый стейк». Хоффман перевернул эту шутку с ног на голову: добрый стейк – единственное, что нам нужно, а то, что мы называем реальностью, – наша лучшая адаптивная стратегия его заполнить. Впитаться в него зубами! Кристофер А. Фукс, профессор физики Массачусетского университета (Бостон)

Хоакинцу, Ноэми и Казтано, предлагаю красную таблетку.

Я думаю, что вкусы, запахи, цвета и другие качества... обитают только в нашем чувствилище. Если бы вдруг не стало живых существ, то все эти качества исчезли бы и обратились в ничто¹. Галилео Галилей

¹ Пер. Ю.А. Данилова – Здесь и далее – прим. пер.

Предисловие

Глаза помогают нам выживать. Благодаря им вы не свалитесь с лестницы, не броситесь под несущуюся «мазерати», не схватите за хвост гремучую змею и не станете есть гнилое яблоко.

Почему мы доверяем глазам и остальным органам чувств? Они сообщают нам истину – скажет большинство. Мы считаем, что реальный мир состоит из машин, лестниц и прочих объектов в пространстве и времени. Они существуют независимо от наблюдателя. Наши чувства просто окно в эту объективную реальность. Мы допускаем, что они показывают нам не всю истину об объективной реальности. Некоторые объекты слишком малы или находятся слишком далеко. Изредка наши органы чувств даже ошибаются: художники, психологи, кинематографисты и прочие умеют создавать иллюзии, чтобы обмануть их. Но обычно наши органы чувств сообщают истину, необходимую нам для безопасной жизни.

Откуда же взялись органы чувств, открывающие нам истину? Не трудно догадаться: эволюция. Те наши предки, которые видели реальность точнее, имели преимущество перед теми, кто видел ее менее точно, особенно в действиях, имеющих решающее значение, вроде пропитания, сражений, спасения бегством или размножения. В результате они имели больше шансов передать свои гены, ответственные за более точное восприятие. Мы потомки тех, кто с каждым поколением видел реальность более точно. В двух словах – наша догадка заключается в том, что более достоверное восприятие увеличивает приспособленность. Недостоверное восприятие эволюция отсеивает. Вот почему наше восприятие – это окно в объективную реальность.

Эти догадки ошибочны. Напротив, наше восприятие змей и яблок и даже пространства и времени, не отражает объективную реальность. Проблема не в том, что наше восприятие ошибается в тех или иных деталях. Дело в том, что сам язык объектов в пространстве и времени не подходит для описания объективной реальности. И это не догадка. Это теорема эволюции путем естественного отбора, которая опровергает наши догадки.

У представлений о том, что наше восприятие полностью или частично вводит нас в заблуждение насчет объективной реальности, долгая история. Еще Демокрит около 400 года до н. э. утверждал, что наше ощущение горячего, холодного, сладкого, горького и цветов – условности, а не реальность^[1]. Через несколько десятилетий Платон сравнил чувства и идеи со смутными тенями, отбрасываемыми на стены пещеры невидимой реальностью^[2]. С тех пор философы спорят о связи между восприятием и реальностью. Теория эволюции внесла в этот спор новую строгость.

Как могут наши чувства быть полезны, как могут сохранять нам жизнь, если не сообщают истину об объективной реальности? Нашей интуиции может помочь метафора. Предположим, вы пишете электронное письмо и иконка для этого файла голубая, прямоугольная и располагается в центре рабочего стола. Значит ли это, что сам файл голубой, прямоугольный и находится в центре вашего компьютера? Конечно нет. Цвет иконки не является цветом файла. У файлов нет цвета. Форма и положение иконки не являются истинной формой и положением файла. На самом деле компьютерные файлы не описать языком форм, положений и цветов.

Цель интерфейса рабочего стола не показать вам «истину» компьютера, которая в нашей метафоре сводится к микросхемам, напряжению тока и слоям программного обеспечения. Наоборот, цель интерфейса скрыть «истину» и показать простую графику, которая поможет вам выполнять полезные задачи, вроде создания электронных писем и редактирования фотографий. Если бы ради того, чтобы создать электронное письмо, вам приходилось возиться с напряжением, друзья так и не дождались бы от вас весточки.

Именно так и поступила эволюция. Она одарила нас органами чувств, которые скрывают истину и демонстрируют простые иконки, необходимые нам для того, чтобы прожить доста-

точно долго и вырастить потомство. Пространство, каким вы его воспринимаете, когда оглядываетесь вокруг, просто ваш рабочий стол – трехмерный рабочий стол. В какой-то мере польза этих иконок и состоит в том, что они скрывают сложную истину об объективной реальности. Ваши чувства эволюционировали, чтобы обеспечить вам необходимое. Пусть вы хотите знать истину, она вам не нужна. Познание истины приведет к исчезновению нашего вида. Вам нужны простые иконки, которые показывают, как действовать, чтобы выжить. Восприятие – не окно в объективную реальность. Оно интерфейс, который скрывает объективную реальность за завесой удобных иконок.

«Но, – спросите вы, – если эта несущаяся «мазерати» всего лишь иконка вашего интерфейса, почему бы не прыгнуть под нее? Ваша смерть станет доказательством того, что эта машина не просто иконка. Она реальна и действительно может убить».

Я не стал бы бросаться под несущуюся машину по той же причине, по которой не стану легкомысленно перетаскивать свою голубую иконку в корзину. Не потому, что воспринимаю иконку буквально – файл не голубой. Но я воспринимаю ее всерьез: если я перетащу иконку в корзину, то могу потерять свой труд.

В этом и весь смысл. Эволюция сформировала наши органы чувств, чтобы обеспечить выживание. Мы должны воспринимать их всерьез: если вы видите несущуюся «мазерати», не бросайтесь под нее; если вы видите гнилое яблоко, не ешьте его. Но с точки зрения логики неверно было бы считать, что воспринимать всерьез – это обязательно (или даже обоснованно) воспринимать буквально.

Я воспринимаю свои ощущения всерьез, но не буквально. Эта книга о том, почему вам следует делать так же и почему это важно.

Я объясняю, почему эволюция скрыла объективную реальность и вместо этого наделила нас интерфейсом с объектами в пространстве и времени. Вместе мы исследуем, как эта парадоксальная идея согласуется с такими же парадоксальными открытиями в физике. И проверим, как работает наш интерфейс и как мы манипулируем им при помощи макияжа, маркетинга и дизайна.

В первой главе мы столкнемся с величайшей неразгаданной тайной науки: переживанием вкуса темного шоколада, запаха раздавленного чеснока, рева трубы, прикосновения к роскошному бархату, зрелища красного яблока. Ученые, занимающиеся исследованиями в области нейробиологии, обнаружили множество взаимосвязей между подобными сознательными переживаниями и мозговой активностью. Они установили, что наше сознание можно разделить пополам скальпелем и получить две половины, представляющие собой разные личности с разными предпочтениями, антипатиями и религиозными верованиями: одна половина может быть атеистом, а вторая верить в Бога. Но, несмотря на все эти данные, мы до сих пор не имеем убедительной версии того, как мозговая активность порождает сознательный опыт. Эта ошеломительная неудача наводит на мысль о том, что мы сделали неверное допущение. Поиски виновника заставили меня внимательнее присмотреться к тому, как естественный отбор формировал наши органы чувств.

Ярким свидетельством этого формирования является наше чувство прекрасного. Во второй главе мы исследуем красоту и привлекательность сквозь призму эволюции. Когда вы смотрите на другого человека, то сразу же – и неосознанно – улавливаете десятки сенсорных подсказок и прогоняете их через сложный алгоритм, выработанный эволюцией, который решает задачу репродуктивного потенциала – рассчитывает вероятность того, что этот человек может успешно вырастить потомство. Ваш алгоритм за доли секунды подводит итог сложного анализа простым впечатлением в диапазоне от «сексуально привлекательный» до «нет». По ходу главы мы исследуем отличительные признаки красоты в восприятии человеческим глазом. Мужчин привлекают женщины с большими глазами, у которых больше радужка, больше зрачки, слегка голубоватые склеры (белки глаз) и выраженные лимбальные кольца – темная граница между

радужкой и склерой. Желания женщин сложнее, и это восхитительная история, которую мы рассмотрим внимательнее. Наблюдая за нашим чувством прекрасного, мы постигнем ключевые понятия эволюции, научимся полезным трюкам по улучшению образа и исследуем логику естественного отбора, включая логику, которая подстрекает нас обманывать других путем прихорашивания.

Многие эксперты в эволюции и нейробиологии утверждают, что наши органы чувств развивались, чтобы докладывать истину об объективной реальности. Не весь спектр истины, а только то, что необходимо нам, чтобы растить детей. Мы слушаем этих экспертов в третьей главе. Послушаем Фрэнсиса Крика, который на пару с Джеймсом Уотсоном открыл структуру ДНК. В переписке, которую я вел с Криком десять лет до его смерти, он спорит, что наше восприятие отражает реальность и что солнце существовало и до того, как появились наблюдатели. Мы слушаем Дэвида Марра, профессора Массачусетского технологического института, который объединил наработки в области нейробиологии и искусственного интеллекта и совершил переворот в изучении человеческого зрения. В своей классической работе «Зрение» Марр настаивает, что мы эволюционировали, чтобы видеть достоверное изображение объективной реальности. Марр был моим научным руководителем до своей смерти в возрасте тридцати пяти лет; он оказал влияние на мои ранние представления, да и на представления всей науки в этой области. Мы слушаем Роберта Триверса, проницательного эволюционного биолога, который утверждает, что наши органы чувств эволюционировали, чтобы обеспечить нам точную картину окружающей действительности. Философы давно задаются вопросом: можем ли мы доверять своим органам чувств в том, что касается истинной реальности? Многие блестящие ученые отвечают «да».

В четвертой главе мы рассмотрим доводы «против». Познакомимся с поразительной теоремой «Приспособленность побеждает истину» (ППИ), которая утверждает, что эволюция путем естественного отбора не поддерживает достоверное восприятие, а методично искореняет его. Вместо этого естественный отбор поддерживает восприятие, которое скрывает истину и направляет действия человека в сугубо прикладное русло. Без уравнений или греческих символов мы исследуем новую область эволюционной теории игр, которая позволяет представить идеи Дарвина в математическом виде, что и ведет к этой потрясающей теореме. Мы посмотрим на компьютерные симуляции эволюционных игр, которые подтверждают теорему ППИ. Мы увидим дальнейшее подтверждение в симуляциях генетических алгоритмов, в которых восприятие и действия эволюционируют совместно.

Теорема ППИ говорит нам, что язык нашего восприятия – включая пространство, время, форму, оттенок, насыщенность, яркость, текстуру, вкус, звук, запах и движение – не может описать реальность в отсутствие наблюдателя. И дело не в том, что то или иное ощущение ошибочно. А в том, что все наши ощущения, сформулированные этим языком, просто не могут быть истинными.

В этом месте наша интуиция спотыкается: какая же польза от органов чувств, если они не отражают истину? В пятой главе мы поможем нашей интуиции, рассмотрев метафору с интерфейсом. Пространство, время и физические объекты не являются объективной реальностью. Они просто-напросто виртуальный мир, созданный нашими органами чувств, чтобы помочь нам играть в жизнь.

«Что ж, – скажете вы, – своим заявлением о том, что пространство, время и физические объекты не являются объективной реальностью, вы вторгаетесь в область физики, а уж физика с удовольствием вас просветит». В шестой главе мы узнаем, что выдающиеся физики признают, что пространство, время и объекты не фундаментальны; ученые расчесывают затылки до зылысин, пытаясь догадаться, что может их заменить. Одни говорят, что пространство-время – соединение пространства и времени согласно теории относительности Эйнштейна – обречено^[3]. Они говорят, что это голограмма, созданная из битов информации. Другие говорят, что

реальность разных наблюдателей различна или что история Вселенной не строго фиксирована, а зависит от момента наблюдения. Физика и эволюция указывают на один и тот же вывод: пространство-время и объекты – не основополагающие элементы. Существует нечто более фундаментальное, а пространство-время лишь его следствие.

Если пространственно-временной континуум не основополагающая, изначальная сцена, на которой разворачивается пьеса Вселенной, то что это? В седьмой главе мы вступим в область «все страньше и страньше»: пространство-время всего лишь формат данных – очень похожих на структуры данных в ваших мобильных устройствах, – обеспечивающий наше выживание. Наши органы чувств докладывают о приспособленности, и ошибка в этом докладе может разрушить вашу жизнь. Поэтому они используют «корректирующий код», чтобы обнаруживать и исправлять ошибки. Пространство-время просто формат, который используют наши органы чувств, чтобы докладывать о выгодах приспособленности и исправлять ошибки в докладах. Чтобы посмотреть, как это работает, мы поиграем с оптическими иллюзиями и поймем себя во время исправления ошибок. Затем мы используем эти знания, чтобы повеселиться с одеждой: мы можем манипулировать оптическими кодами, чтобы помочь мужчинам и женщинам выглядеть еще лучше в джинсах – путем аккуратных изменений в строчке, карманах, отделке и вышивке.

Затем мы рассмотрим цвет. От освежающей синевы чистого неба до яркой зелени весенней травы, наш богатый мир света и цвета – ценный дар, любезность четырех видов фоторецепторов глаза. Но у резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*), маленького сорняка, похожего на дикую горчицу, одиннадцать видов фоторецепторов^[4]. А простейшие цианобактерии, заселившие землю как минимум два миллиона лет назад, могут похвастаться двадцатью семью^[5]. В восьмой главе мы узнаем, что цвет – это код для сообщений о приспособленности, используемый многими видами, код, который превосходно сжимает данные, совсем как вы сжимаете фото перед тем, как отправить его друзьям. Цвета могут вызывать эмоции и воспоминания, которые повышают нашу приспособленность, управляя нашими действиями. Корпорации используют власть цвета как инструмент для брендинга и пойдут на многое ради защиты цвета как интеллектуальной собственности. Но каким бы эффективным и выразительным ни был цвет, хроматуры, текстурированные цвета, по веским эволюционным причинам оказываются гораздо более разнообразными и мощными. Хроматуры можно создавать, чтобы вызвать определенные эмоции и ассоциации. Если вы понимаете наши коды для приспособленности, то сможете с пониманием взламывать их с выгодой для себя.

Но эволюция еще не закончила с нашими кодами для приспособленности. Она до сих пор экспериментирует с новыми интерфейсами для нашего деятельного вида. Четыре процента из нас синестеты, воспринимающие мир по-другому. Мы познакомимся с Майклом Уотсоном, который испытывал тактильные ощущения, когда пробовал что-то: вкус мяты порождал ощущение прикосновения к высоким, холодным стеклянным колоннам; ангостура ощущалась как «неухоженная корзина ампельного плюща». Каждый вкус ассоциировался с трехмерным предметом, который Майкл создавал в момент дегустации и уничтожал по окончании. Некоторые синестеты ассоциируют конкретные цвета с цифрами, буквами, днями недели или месяцами и при этом превосходно различают цвета.

Восприятие может казаться не требующим усилий, но на самом деле требует значительных затрат энергии. Каждую заветную калорию, которую вы тратите на восприятие, вы должны найти и забрать у ее хозяина – возможно, картофеля или разъяренной антилопы Гну. Добыча калорий может быть сложной и опасной, поэтому эволюция создала наши органы чувств жадными. Одним из следствий этого, как мы узнаем в девятой главе, является то, что зрение обрезает углы: четкую детализацию мы видим лишь в пределах маленького круглого окна, радиус которого равен размеру вашего большого пальца на расстоянии вытянутой руки. Если вы закроете один глаз и вытянете руку с поднятым большим пальцем, то увидите, какой он

крошечный. Мы думаем, что все наше поле зрения отлично детализировано, но нас одурачили: все, на что падает наш взгляд, попадает в это маленькое окно четкой детализации, поэтому мы ошибочно полагаем, что видим все в подробностях. Только в пределах этого маленького окна ваш сенсорный интерфейс создает подробный доклад о выгодах приспособленности. Этот жизненно важный доклад формируется в виде формы, цвета, текстуры, движения и идентификации физического объекта. Вы создаете подходящий объект – ваше описание выгод – с одного взгляда. При следующем взгляде вы уничтожаете его и создаете следующий. Ваше широкое поле зрения направляет внимание глаз туда, где имеются жизненно важные выгоды и, как следствие, объект для создания. Мы исследуем правила, которым подчиняется внимание, рассмотрим, как они применяются в маркетинге и дизайне и как реклама случайно может продвинуть конкурента, если ими пренебречь.

Если наши органы чувств скрывают реальность за интерфейсом, тогда что есть реальность? Я не знаю. Но в десятой главе мы рассмотрим идею о том, что сознательные переживания – фундаментальны. Когда вы смотрите на себя в зеркало, вы видите кожу, волосы, глаза, губы и выражение лица. Но вы знаете, что за вашим лицом скрыт гораздо более богатый мир: ваши мечты, страхи, политические убеждения, любовь к музыке, литературные предпочтения, любовь семьи и впечатления от цветов, запахов, звуков, вкусов и прикосновений. Лицо, которое вы видите, всего лишь интерфейс. За ним скрыт красочный мир переживаний, выборов и действий.

Возможно, Вселенная – это огромная социальная сеть агентов сознания, которые получают опыт, принимают решения и действуют. Если так, сознание не порождается материей. Это громкое заявление мы рассмотрим подробно. Наоборот, материя и пространственно-временной континуум порождаются сознанием – в виде субъективного интерфейса.

Эта книга предлагает вам красную таблетку^[6]. Если вы можете принять, что технологии виртуальной реальности однажды подарят вам захватывающие впечатления, которые не способна дать объективная реальность, то почему вы уверены, что, снимая шлем, видите ее такой, какая она есть? Цель этой книги помочь вам снять очередной шлем, о существовании которого вы даже не подозревали.

Глава первая. Тайна. Скальпель, расщепивший сознание

То, что нечто столь замечательное, как состояние сознания, является результатом раздражения нервной ткани, столь же необъяснимо, как появление джина, когда Аладдин трет лампу.

Томас Гексли «Основы физиологии и гигиены»

Движение становится чувством!» – никакая другая фраза, способная слететь с наших губ, настолько не лишена доступного понимания смысла.

Уильям Джеймс «Основы психологии»

В феврале 1962 года Джозеф Боген и Филип Вогель рассекли мозг Билла Дженкинса пополам – намеренно, методично и после тщательного обдумывания. Дженкинс, которому было далеко за сорок, восстановился и смог наслаждаться качеством жизни, которое много лет было ему недоступно. В последующее десятилетие Боген и Вогель расщепляли мозг за мозгом в Калифорнии, чем заслужили прозвище «мясники с Западного побережья»^[7].

Все расщепленные ими мозги принадлежали людям, страдающим от тяжелой и не поддающейся лечению эпилепсии – заболевания, вызванного патологической активностью нейронов головного мозга. Лучшие лекарства того времени не могли помочь эпилептикам, оставляя их беззащитными перед припадками, судорогами или «дроп-атаками» – внезапной потерей мышечного тонуса, часто заканчивающейся травматичным падением. Им была недоступна нормальная жизнь: они не могли водить машину, работать или проводить беззаботные вечера на бейсбольных матчах. Повседневное существование сводилось к приему лекарств, перемежавшемуся приступами ужаса.

Боген и Вогель были талантливыми нейрохирургами из Университета Южной Калифорнии и Калифорнийского технологического института. Они расщепляли мозг эпилептиков в смелой попытке заблокировать аномальную нейронную активность, разрушавшую их жизни.

Операция была тонкой и филигранной, но ее идея довольно проста. Человеческий мозг содержит 86 миллиардов нейронов, которые общаются на электрохимическом диалекте – обширная социальная сеть, все участники которой подписаны друг на друга, как будто они постят и цитируют, каждый в своем уникальном стиле. Каждый нейрон постит сообщения при помощи аксона, а читает при помощи дендритов. Эта сеть, несмотря на свою сложность, обычно стабильна, обеспечивает организованный поток сообщений. Но как столкновение автомобилей может, подобно кругам на воде, нарушить поток транспорта в городе, так и внезапный избыток искаженных сигналов может нарушить поток электрохимических сообщений в мозге, спровоцировав припадок, судороги и потерю сознания.

Боген и Вогель искали способ остановить эти катастрофические волны до того, как они затопят мозг. К счастью, само строение мозга предлагает подходящее место и метод. Головной мозг делится на два полушария, левое и правое. В каждом полушарии по 43 миллиарда нейронов. Их аксоны разделяются на конце, как ветви дерева, что позволяет образоваться триллионам соединений. Но, в отличие от многочисленных взаимосвязей внутри полушария, между собой они связаны крошечным кабелем, мозолистым телом, всего лишь из 200 миллионов аксонов – приблизительно один аксон между полушариями на каждые двести внутри него. Это идеальное место для рассечения, которое позволит предотвратить распространение деструктивных волн из одного полушария в другое. Надо признать, что метод довольно грубый – с тем же успехом можно пытаться остановить распространение компьютерного вируса из Европы

в Америку, перерезая кабели через Атлантику. Но тяжелое состояние больных не оставляло выбора. Боген и Вогель выбрали позволить одному полушарию испытывать ярость эпилепсии в надежде уменьшить страдания другого полушария, а значит и пациента.

Операция, официально именуемая «корпусная каллозотомия», а неофициально – «расщепление мозга», прошла успешно. Билл Дженкинс перестал страдать от дроп-атак, а в последующие десять лет у него было всего два генерализованных приступа. Другие пациенты наслаждались похожими улучшениями. Один впервые за много лет посетил бейсбольный матч, а другой впервые в жизни устроился на полноценную работу. Скоро каллозотомию стали называть не «резней с Западного побережья», а «возможно, новым методом лечения».

Когда я впервые познакомился с Богеном в 1995 году, темой нашей беседы стал не впечатляющий успех его операции, а необычные изменения в сознании, которые она спровоцировала. Джо пригласили выступить на встрече клуба Гельмгольца, небольшой группы нейробиологов, когнитивных психологов и философов, которые на протяжении многих лет каждый месяц собирались в Калифорнийском университете в Ирвайне. Целью клуба было исследовать, как достижения нейробиологии могут подтолкнуть научную теорию сознания. Мы встречались в Ирвайне, потому что его центральное положение было удобно как для членов с севера из Калифорнийского технологического института, Университета Южной Калифорнии и Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, так и для членов с юга из Калифорнийского университета в Сан-Диего и Института биологических исследований Солка. Мы встречались тайно, чтобы избежать непрошенных гостей, привлеченных славой одного из членов клуба, Фрэнсиса Крика, чей мощный интеллект был направлен на тайну сознания. Наши встречи начинались с фуршета в университетском клубе в Ирвайне, затем мы проводили день в уединенной комнате, допрашивая двух приглашенных выступающих до шести часов вечера. После этого мы отправлялись в ресторан, обычно недалеко от «Саут-Кост Плаза», и продолжали обсуждения до поздней ночи.

Тайна сознания, которая была приоритетом клуба Гельмгольца и темой выступления Богена, есть тайна того, кто мы. Наше тело, как и другие объекты, обладает физическими параметрами: координатами, массой и скоростью. Если, боже упаси, камень и тело человека одновременно упадут с Пизанской башни, оба ударятся о землю в одно и то же время.

С другой стороны, мы отличаемся от камней двумя ключевыми аспектами. Во-первых, мы обладаем чувствами. Мы чувствуем вкус шоколада, страдаем от головных болей, различаем запах чеснока, слышим трубы, видим помидоры, испытываем головокружение и наслаждаемся оргазмами. Если камни и испытывают оргазм, то не признаются.

Во-вторых, у нас есть «пропозициональные установки», например, вера в то, что у камней не болит голова, страх обвала на биржах, желание провести отпуск на Таити и удивление, почему не звонит Крис. Эти установки помогают нам предсказывать и интерпретировать свое поведение и поведение других людей. Если вы хотите провести отпуск на Таити и знаете, что для этого вам понадобится билет на самолет, то велика вероятность того, что вы купите этот билет. Ваши пропозициональные установки предсказывают и объясняют ваше поведение. Если Крис позвонит и скажет, что приезжает завтра на девятичасовом поезде, то ваше приписывание пропозициональных установок Крису – что он хочет и собирается приехать на поезде – позволяет вам предсказать, где он будет завтра в девять часов с большей легкостью, чем если бы вы знали состояние каждой частицы его тела.

Как и у камней, у нас есть физические свойства. Но, в отличие от камней, мы обладаем сознательным опытом и пропозициональными установками. Они тоже физические? Если так, то это неочевидно. Какова масса головокружения, скорость головной боли или координаты удивления по поводу молчания Крис? Во всех случаях сам вопрос содержит путаницу и несопоставимые категории. Головокружение не взвесить на весах; у удивления нет пространственных координат; головную боль не измерить ручным радаром.

Но сознательный опыт и пропозициональные установки неотъемлемая часть человеческой природы. Уничтожь их – и мы потеряем себя. Оставшиеся тела будут бесцельно брести по жизни.

Так что же вы за существо? Как ваше тело связано с вашим сознательным опытом и пропозициональными установками? Как ваши впечатления от чая масала связаны с активностью вашего мозга? Вы просто биохимический механизм? Если так, то как ваш мозг порождает ваш сознательный опыт? Вопрос глубоко личный и, как оказалось, глубоко загадочный.

Немецкий математик и философ Готфрид Лейбниц осознал эту тайну в 1714 году: «Вообще надобно признаться, что восприятие и все, что от него зависит, необъяснимо причинами механическими, т. е. с помощью фигур и движений. Если мы вообразим себе машину, устройство которой производит мысль, чувство и восприятия, то можно будет представить ее себе в увеличенном виде с сохранением тех же отношений, так что можно будет входить в нее, как в мельницу. Предположив это, мы при осмотре ее не найдем ничего внутри ее, кроме частей, толкающих одна другую, и никогда не найдем ничего такого, чем бы можно было объяснить восприятие»^[8].

Лейбниц изобрел множество устройств, включая часы, фонарики, пропеллеры, подводные лодки и гидравлические прессы. Он создал механический калькулятор – «колесо Лейбница», – который выполнял сложение, вычитание, умножение и деление с результатом до шестнадцати цифр. Он считал, что человеческую логику можно смоделировать с помощью вычислительных машин. Но не видел способа, чтобы машина генерировала опыт восприятия.

Английский биолог Томас Гексли был сбит с толку этой тайной в 1869 году: «То, что нечто столь замечательное, как состояние сознания, является результатом раздражения нервной ткани, столь же необъяснимо, как появление джина, когда Аладдин трет лампу»^[9].

Гексли был экспертом в анатомии и нейроанатомии. Он сравнивал мозг человека и других приматов, показывая, что схожесть в их строении поддерживает теорию Дарвина об эволюции человека. Но он не нашел в мозге ничего, что могло бы объяснить, как он генерирует сознательный опыт.

Американский психолог Уильям Джеймс сцепился с тайной сознания в 1890 году и воскликнул: «Движение становится чувством!» – никакая другая фраза, способная слететь с наших губ, настолько не лишена доступного пониманию смысла». Он соглашался с ирландским физиком Джоном Тиндалем, что «переход от физики мозга к соответствующим явлениям сознания непостижим»^[10]. Фрейд столкнулся с тайной: «Можно говорить о двух аспектах в отношении того, что мы называем психикой (или психической жизнью): во-первых, это ответственный за нее орган тела... и с другой стороны – работа сознания... Все, что лежит в промежутке, для нас неведомо и не содержит какой-либо прямой связи между этими двумя крайними точками наших знаний»^[11]. Джеймс и Фрейд проникли глубоко в суть человеческой психологии и понимали, что психология и нейробиология связаны. Но у них не было гипотез о том, как же мозговая активность может породить сознательный опыт, они понятия не имели, как разгадать эту тайну.

Сознание до сих пор остается великой тайной науки. Специальный выпуск журнала *Science*² за 2005 год опубликовал 125 открытых вопросов в науке. Первое место занял вопрос: *из чего состоит Вселенная?* Заслуженная победа, учитывая, что сегодня 96 % вещества и энергии во Вселенной «темные», в том смысле, что для нас они «темный лес».

Второе место занял вопрос: *каково биологическое обоснование сознания?* Именно этим вопросом занимался клуб Гельмгольца. Над разгадкой этой тайны до сих пор бьются исследователи по всему миру.

² Журнал Американской ассоциации содействия развитию науки.

Заметьте, как Science ставит вопрос. *Каково биологическое обоснование сознания?* Он подразумевает ответ, который ожидает большинство исследователей: что у сознания есть биологическое обоснование, что сознание каким-то образом обусловлено определенными биологическими процессами, или порождается ими, или тождественно им. Исходя из этого допущения, цель – найти биологическое обоснование и описать, как оно порождает сознание.

Нейронное происхождение сознания было рабочей гипотезой Фрэнсиса Крика. Он говорил: «Удивительная гипотеза заключается в том, что «Вы», ваши радости и горести, ваши воспоминания и амбиции, ваше чувство личностной тождественности и свободная воля в действительности не более чем результат поведения огромного сообщества нервных клеток и ассоциированных молекул... Вы всего лишь пучок нейронов»^[12].

Это была рабочая гипотеза клуба Гельмгольца, и по этой причине многие из приглашенных нами докладчиков, как, например, Джо Боген, были экспертами в нейробиологии. Мы искали подсказки, которые привели бы нас к особым нервным клеткам и молекулам, которые расколют тайну сознания. Как палеонтологи на раскопках, мы просеивали исследования наших докладчиков в надежде откопать откровения, которые смогут объяснить, почему одни физические системы обладают сознанием, а другие нет.

Наша надежда оказалась тщетной. На протяжении многих веков биологи искали механизм, который объяснял бы, почему одни физические системы живые, а другие нет. Но виталисты, считавшие, что живые организмы принципиально отличаются от неживых объектов, утверждали, что эти поиски потерпят крах, потому что, утверждали они, нельзя состряпать жизнь из неодушевленных ингредиентов физического мира; для этого требуется особый нефизический ингредиент – «сила жизни». Споры между виталистами и биологами продолжались вплоть до выдающегося открытия в 1953 году Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком двойной спирали ДНК, которое доказало неправоту виталистов. Эта структура с четырехбуквенным кодом и способностью к репликации гениально решила проблему сотворения жизни, механистически, исключительно из физических ингредиентов. Это позволило молодой области молекулярной биологии естественно сочетаться с дарвиновской теорией эволюции путем естественного отбора – и подарить нам инструменты для понимания эволюции жизни, расшифровки ее извилистого пути за миллиарды лет и создания технологий, которые позволят переделывать жизнь сколь угодно. Триумф механистического физикализма над витализмом был окончательным.

Вдохновленный этим триумфом, клуб Гельмгольца ожидал, что со временем сознание поддастся механистическому объяснению, изложенному языком нейробиологии, открывая новые горизонты для научных исследований и технологических инноваций. В 1993 году во время обеда в клубе Крик рассказал мне, что пишет книгу «Удивительная гипотеза» на тему нейробиологии и сознания. «Вы можете объяснить, как активность нейронов порождает сознательный опыт, например мое переживание красного цвета?» – спросил я. «Нет», – ответил он. «Если бы вы могли придумать любой биологический факт по своему желанию, приходит вам на ум такой, который позволил бы решить эту проблему?» – настаивал я. «Нет», – ответил он, но добавил, что мы должны продолжать исследования в нейробиологии, пока какое-нибудь открытие не подскажет решение.

Крик был прав. В отсутствие математического доказательства обратного и учитывая впечатляющий прецедент с ДНК, имеет смысл искать двойную спираль нейробиологии – ключевой факт, открытие которого разгадает тайну сознания. Может статься, что наша сознательная сеть из мечтаний, стремлений, страхов, самоощущений и свободной воли скручена из пучка нейронов при помощи удивительного механизма, который мы не предвидим. Наша неспособность представить этот механизм не исключает его существования. Может быть, мы недостаточно умны, и эксперимент научит нас тому, о чем мы не догадались, сидя в кресле. В конце концов, мы вкладываемся в эксперименты, потому что они часто вознаграждают нас сюрпризами.

Возьмем, например, эксперименты, которые проводил на пациентах с расщепленным мозгом нейробиолог Роджер Сперри. Они раскрыли много удивительного о человеческом сознании. В одном эксперименте человек смотрит на крестик в центре экрана. Потом на экране на долю секунды появляются два слова: КЛЮЧ и КОЛЬЦО. КЛЮЧ слева от крестика, а КОЛЬЦО – справа. Вот так: КЛЮЧ + КОЛЬЦО.

Если спросить у обычных наблюдателей, что они видели, все скажут: «Ключ кольцо». Легкотня. Доля секунды – достаточное время, чтобы прочесть слова.

Но если спросить пациентов с расщепленным мозгом, то они скажут: «Кольцо». Если спросить: «Какое кольцо? Обручальное, для колокольчика, для ключей?» – они заладят: «Кольцо». Они не смогут сказать, какое именно кольцо.

Затем пациенту с расщепленным мозгом завязывают глаза и приносят коробку с предметами: кольцо, ключ, карандаш, ложка, кольцо для ключей и тому подобное. Вы просите пациента сунуть левую руку в коробку и достать предмет, название которого было на экране. Он шарит левой рукой по коробке, перебирая предметы, пока не найдет желаемое. Когда же он наконец вытаскивает левую руку из коробки, там всегда ключ. Во время поиска левая рука могла наткнуться на кольцо для ключей и отбросить его.

Когда пациент с завязанными глазами вытаскивает руку из коробки, его спрашивают: «Что у вас в левой руке?» Он говорит, что не знает. «Можете предположить?» Он называет маленькие предметы, которые могут поместиться в коробку, вроде карандаша или ложки. Но угадывает только случайно.

Затем пациента с завязанными глазами просят залезть в коробку правой рукой и достать предмет, название которого было на экране. Правая рука достает кольцо. Во время поиска правая рука может наткнуться на кольцо для ключей. Если спросить пациента: «Что у вас в правой руке?» – он правильно и уверенно ответит: «Кольцо».

Теперь, пока пациент все еще держит по предмету в каждой руке, вы убираете повязку, даете ему посмотреть на обе руки и спрашиваете: «Вы сказали, что видели слово „кольцо“. Так почему у вас в левой руке ключ?» Пациент или понятия не имеет, или вообще выдумывает, сочиняя фальшивую историю, которая звучала бы правдоподобно. Потом его просят: «Нарисуйте, пожалуйста, левой рукой, что вы видели». Он рисует ключ.

Объяснение подобных экспериментов сделало Роджера Сперри одним из лауреатов Нобелевской премии по физиологии и медицине в 1981 году.

Объяснение Сперри было простым и мудрым. Когда вы сосредоточены на крестике в связке КЛЮЧ + КОЛЬЦО, нейронные проводящие пути от глаза к мозгу отправляют КЛЮЧ только в правое полушарие, а КОЛЬЦО – только в левое. Если мозолистое тело нетронуто, правое полушарие сообщает левому про КЛЮЧ, а левое сообщает правому про КОЛЬЦО, и человек видит КЛЮЧ КОЛЬЦО.

Если мозолистое тело рассечено, полушария больше не взаимодействуют. Правое полушарие видит КЛЮЧ, левое видит КОЛЬЦО, и ни одно не видит КЛЮЧ КОЛЬЦО. Левое полушарие умеет говорить, а правое – не умеет (за исключением таланта сквернословить, что становится болезненно очевидно, когда из-за инсульта человек не может говорить, зато матерится как сапожник). Таким образом, если у пациента с расщепленным мозгом спросить, что он видит, левое полушарие ответит: «Кольцо».

Левое полушарие контролирует правую руку. Если пациента попросить взять правой рукой предмет, который он видел, то левое полушарие, управляющее правой рукой, выберет то, что оно видело: кольцо.

Правое полушарие контролирует левую руку. Если пациента попросить взять левой рукой предмет, который он видел, то правое полушарие, управляющее левой рукой, выберет то, что оно видело: ключ. Но если спросить, что у него в левой руке, пациент не сможет ответить, потому что только правое полушарие знает и только левое полушарие говорит.

«Удивительная гипотеза» предлагает убедительное объяснение: если сознание порождается взаимодействием пучка нейронов, то рассечение этого пучка – и их взаимодействия – может расщепить сознание.

Нетренированной интуиции покажется маловероятным, что сознание можно расщепить скальпелем. Что значит расщепить мои чувства, мои знания, мои эмоции, мои убеждения, мою личность, самое меня? Большинство из нас отмахнется от этой идеи, как от абсурдной. Но для Сперри после многих лет тщательных экспериментов доказательство было ясно как день: «В сущности доказательство, как мы его видим, подтверждает мнение, что субдоминантное полушарие действительно обладает сознанием, и более того, что оба разделенных полушария одновременно обладают сознанием с разными и даже противоположными мыслительными процессами, которые происходят параллельно»^[13].

Подтверждений этому выводу находилось все больше. У одного пациента различались карьерные цели двух полушарий: левое полушарие говорило, что хочет быть «чертежником», а правое полушарие, выводя буквы левой рукой, писало, что хочет быть «автогонщиком»^[14]. У другого пациента левое полушарие использовало правую руку, чтобы застегивать рубашку, а правое тут же расстегивало пуговицы левой рукой; правая рука поджигала сигарету, а левая тушила. Казалось, будто в одном черепе бок о бок существуют – и иногда спорят – две личности со своими предпочтениями и антипатиями.

Их различия могут выходить за пределы личного в область теологии. У одного пациента, наблюдаемого нейробиологом В.С. Рамачандраном, благочестивое левое полушарие верило в Бога, а нечестивое правое – нет^[15]. Когда зазвонит колокол и оба полушария подойдут к райским воротам, потребуется ли святому Петру помощь царя Соломона? Или безжалостное соломоново решение уже исполнил скальпель Богена? Непростые вопросы для будущей нейротеологии.

Что же мы за существа, если наша вера, желания, личности и, возможно, участь наших душ можно рассечь скальпелем? Почему мы обладаем сознанием? Что есть сознание? Может ли нейронаука разрешить вечную тайну человеческого сознания? Прожектор науки, глубоко проникший в сферу неодушевленного – черные дыры, связанные кварки, медленные тектонические плиты, – теперь направлен на самое важное для нас: наш глубоко личный мир сознательных убеждений, желаний, эмоций и чувственных восприятий. Сможем ли мы хоть краем глаза взглянуть или даже постичь самих себя? К этому и стремится наука о сознании.

Достижение этой цели потребует тщательно продуманных экспериментов и толику удачи. Многие экспериментаторы ищут взаимосвязи между активностью нейронов и сознанием, ожидая, что, как только поиски увенчаются успехом, как только список взаимосвязей увеличится, критическое открытие раскроет тайну сознания, совсем как двойная спираль раскрыла тайну жизни.

Мы знаем, что определенная активность мозга связана с определенными сознательными (и бессознательными) психическими состояниями. Как мы обсуждали, деятельность целого левого полушария, если его хирургически отсоединить от правого, связана с набором состояний сознания, отличным от правого. Но на более тонких уровнях нервной организации мы обнаруживаем изобилие интригующих взаимосвязей.

Например, активность в поле V4 височной доли связана с восприятием цвета^[16]. Инсульт в V4 левого полушария приводит к тому, что пациент теряет цвета в правой половине видимого мира, такое расстройство называется полуахроматоПСия. Если пациент смотрит, скажем, в центр красного яблока, то левая половина яблока выглядит красной, а правая – серой. Если же, наоборот, инсульт повредил поле V4 в правом полушарии, то правая половина яблока выглядит красной, а левая – серой.

Обычный человек может ненадолго проникнуть в цветной мир полуахроматоПСиков с помощью Транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). ТМС вызывается сильным магни-

том, расположенным близко к голове, чье магнитное поле направлено либо на усиление, либо на ослабление активности в близлежащих областях мозга. Если ТМС уменьшает активность в V4 левого полушария, то у человека пропадают цвета в правой половине мира: если он смотрит прямо на красное яблоко, правая половина яблока выцветает до серого^[17]. Выключите ТМС – и красный цвет снова наполнит правую половину яблока. Если стимулировать ТМС поле V4, то человеку привидятся «хроматофены» – цветные круги и гало^[18]. С помощью ТМС вы можете наполнить сознание цветами или выкачать их из сознания.

Активность в участке мозга, называемом постцентральной извилиной, связана с восприятием прикосновения. Нейрохирург Уайлдер Пенфилд докладывал в 1937 году, что стимуляция электродами этой извилины в левом полушарии порождает ощущение прикосновения в левой стороне тела^[19]. Эта связь системная: расположенные рядом участки извилины соотносятся с расположенными рядом участками тела, а наиболее чувствительные органы тела, такие как губы и кончики пальцев, представлены на более обширных участках извилины. Если стимулировать извилину ближе к середине мозга, вы почувствуете прикосновение к пальцам ног. Если провести электродом вдоль извилины, стимулируя больше боковых точек, ощущения, за некоторым исключением, будут подниматься по телу. Интересны исключения. Лицо, например, располагается в извилине рядом с ладонью, пальцы ног рядом с гениталиями – по предположению В. С. Рамачандрана, этот факт может иметь отношение к фут-фетишам^[20].

Многие сегодняшние эксперименты продолжают охоту за «нейронными коррелятами сознания» или НКС^[21]. Этой охоте помогают разнообразные технологии измерения нейронной активности. Например, функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) отслеживает нейронную активность, измеряя мозговой кровоток: нейронная активность, как и мышечная активность, требует большего притока крови, чтобы удовлетворить потребность в дополнительной энергии и кислороде. Электроэнцефалография (ЭЭГ), используя электроды на поверхности кожи головы, отслеживает нейронную активность, измеряя создаваемые ею малейшие колебания напряжения. Магнитоэнцефалография (МЭГ) отслеживает нейронную активность, измеряя малейшие колебания магнитных полей. Микроэлектроды способны регистрировать одиночные сигналы, называемые пиками или потенциалами действия, отдельных нейронов или их небольших групп. Оптогенетики используют свет различных цветов, чтобы контролировать и отслеживать активность нейронов, которые генетически сконструировали, чтобы реагировать на определенный цвет.

Стратегия охоты за НКС имеет смысл. Если мы хотим теорию, которая свяжет нейроны и сознание и у нас нет убедительных идей, тогда мы можем начать с поиска взаимоотношений между ними. Изучая эти отношения, мы можем открыть алгоритм, который включит концептуальную лампочку. Путь от взаимоотношений к причинно-следственной связи, несомненно, полон подводных камней: если на железнодорожной платформе собирается толпа, значит скоро придет поезд^[22]. Но не толпа заставляет поезд прибывать. Связь между толпами и поездами создает нечто другое – расписание поездов.

НКС являются ключевыми данными для теории сознания. Такая теория должна выполнять две задачи. Она должна очертить границу между сознательным и бессознательным, и она должна объяснить источник и широкое разнообразие наших переживаний: вкус лимона, боязнь пауков, радость открытия.

Для более простой (однако непростой) задачи разграничения сознательного и бессознательного нам надо знать, как мозговая активность одного отличается от другого. Здесь есть любопытные данные. Например, в нормальном сознании нейронная активность не беспорядочна, но и не слишком стабильна, а находится в балансе, как опытный пеший турист, который не порхает с места на место, но и не топчется на одном пятке, а вдумчиво исследует территорию. Пропофол, индуцирующий общую анестезию, делает нейронную активность медлительно стабильной^[23].

Для сложного случая специфических переживаний – вкус шоколада или боязнь пауков – мы хотим найти крепкую связь между нейронной активностью и каждым переживанием. Но что значит «крепкую»? Это нелегко выразить точно. Многие исследователи предполагают, что это минимальная нейронная активность, которой при правильных условиях достаточно, чтобы переживание состоялось^[24]. Они ищут эту минимальную активность методом сравнительного анализа – сравнивают, как меняется нейронная активность, когда меняется переживание. Например, если вы посмотрите на куб Неккера на рис. 1, у вас будет два разных переживания. Изменение нейронной активности, отмечающее ваше переключение между переживаниями, может и быть НКС для вашего восприятия куба. Ловкий трюк этого эксперимента состоит в том, что ваше переживание переключается, но изображение не меняется. Так легче приписать ваше переключение сознательного переживания изменению нейронной активности. Но все же эта активность может и не являться НКС. Некоторая активность может быть предтечей НКС или последствием НКС, а не непосредственно НКС^[25]. Требуются тщательные эксперименты, чтобы отделить эти вероятности друг от друга.

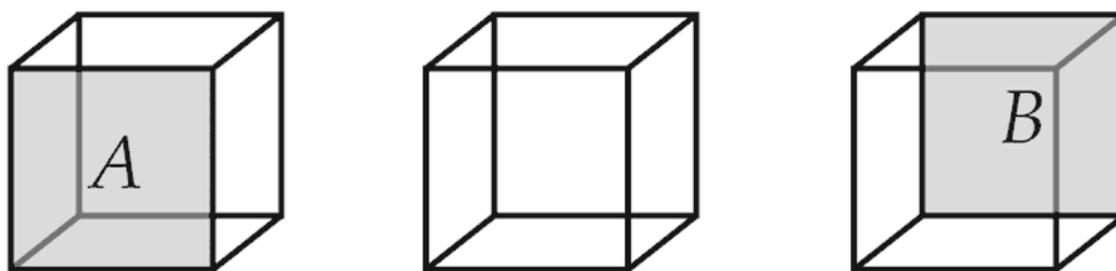


Рис. 1. Куб Неккера. Если посмотреть в центр куба, то иногда мы видим впереди грань А, а иногда грань В.

НКС важны для теории, а также для практики. Арахнофобия – чрезмерная боязнь пауков – связана с активностью в миндалевидном теле. Стимуляция этого страха и его НКС в миндалевидном теле избавляет от них обоих. Мерел Киндт, психотерапевт из Нидерландов, для лечения арахнофобии сначала просит пациента дотронуться до живого тарантула, таким образом активируя фобию и ее НКС. Затем она дает пациенту 40 мг пропранолола, бета-адреноблокатора, который препятствует НКС отложиться в памяти. Когда пациент возвращается на следующий день, фобия пропадает^[26]. Эта терапия имеет потенциал для лечения других фобий, а также посттравматического стрессового расстройства.

Другой пример использует оптогенетику, биологическую технологию, которая при помощи света контролирует генетически модифицированные нейроны. С помощью оптогенетики теперь возможно щелчком выключателя активировать НКС для позитивного ощущения, а затем так же быстро выключить его. Кристин Денни из Колумбийского университета реализовала этот замечательный трюк, используя генетически модифицированную мышь с геном водоросли, который кодирует чувствительный к свету белок^[27]. В природе водоросль с помощью этого белка реагирует на свет. В модифицированной мыши ген тихо прячется, никак себя не проявляя, пока не введут препарат тамоксифен. Тогда на короткое время любые нейроны, возбужденные током, активируют ген и встраивают белок в свои мембраны. Денни помещает подопытную мышь в среду, которая ей нравится: мягкую, полутемную, с укромными местечками. Мышь счастливо исследует идиллическое место, и все нейроны, задействованные в создании счастливого НКС, встраивают белок в свои мембраны. Затем Денни может запустить НКС счастья при помощи оптоволоконка, посылающего в мозг мыши цветной свет, активирующий белок. Даже если мышь сидит в страшном месте – твердом, ярком, где негде спрятаться, – она

ощущает себя в благодатном месте, пока не выключат оптоволокно. Тогда мышшь замирает от страха. Включите свет снова – и снова она счастливо прихорашивается и исследует.

Это поразительные применения НКС. И также поразительна наша полнейшая неспособность понять отношения между НКС и сознанием. У нас нет никаких научных теорий, которые объясняли бы, как мозговая активность – или компьютерная активность, или любой другой вид физической активности – может обуславливать, быть или как-то порождать сознательный опыт. У нас нет ни одной хотя бы мало-мальски убедительной идеи. Если рассматривать не только мозговую активность, но также сложные взаимодействия между мозгами, телами и окружающим миром, мы все равно провалимся. Мы в тупике. Наш полный провал заставляет некоторых называть это «трудной задачей» сознания или просто «тайной»^[28]. Нам известно гораздо больше нейронаук, чем Гексли в 1869 году. И все же каждая научная теория, которая пытается вывести сознание из сложных взаимодействий мозга, тела и окружающего мира, всегда обращается к чуду – именно в той критической точке, где опыт созревает из сложности. Эти теории – машины Годберга, которым не хватает ключевого домино и требуется незамеченный толчок, чтобы довести дело до конца.

Чего же мы хотим от научной теории сознания? Взять, к примеру, вкус базилика против воя сирен. В случае с теорией, которая предполагает, что сознательный опыт обусловлен активностью мозга, мы хотим видеть математические законы или принципы, которые четко определяли бы, какая мозговая активность обуславливает сознательный опыт вкуса базилика, почему эта активность не обуславливает, скажем, слухового опыта воя сирен и как эта активность должна измениться, чтобы опыт вкуса базилика трансформировался, скажем, во вкус розмарина. Эти законы или принципы должны применяться ко всем видам активности либо, в противном случае, четко объяснять, почему разные виды требуют разных законов. Пока таких законов – и даже правдоподобных идей на их счет – у нас нет.

Если мы предполагаем, что мозговая активность тождественна или порождает сознательный опыт, тогда нам нужны такие же четкие законы или принципы, которые соединяли бы каждый конкретный сознательный опыт, как, например, вкус базилика, с конкретной мозговой активностью, которой он тождествен, или с конкретной мозговой активностью, которая его порождает. Таких законов или принципов пока не предложено^[29]. Если мы постулируем, что сознательный опыт тождествен, скажем, определенным процессам в мозге, которые контролируют другие процессы, тогда нам надо записать законы или принципы, которые четко определяют эти процессы и сознательный опыт, которому они тождественны. Если мы предполагаем, что сознательный опыт – иллюзия, порождаемая некими процессами в мозге, которые обслуживают, отслеживают и описывают другие процессы, тогда мы должны сформулировать законы или принципы, четко определяющие процессы и иллюзии, которые они порождают. И если мы предполагаем, что сознательный опыт появляется в результате процессов в мозге, тогда мы должны дать законы или принципы, которые точно описывают, когда и как появляется каждый конкретный опыт. До тех пор эти идеи нельзя даже признать ошибочными. Рассуждения по поводу тождественности, возникновения или обслуживающих процессов, которые описывают другие процессы в мозге, не могут заменить четких законов или принципов, которые делают количественные предсказания.

У нас есть научные законы, которые предсказывают черные дыры, динамику кварков и эволюцию Вселенной. И все же мы понятия не имеем, как сформулировать законы, принципы или механизмы, которые предсказали бы наш обыденный опыт вкуса трав или уличного шума.

Возможно, Крик был прав: может, мы просто не нашли того самого решающего эксперимента, который открыл бы прорывную идею. Возможно, однажды – если позволит финансирование – у нас получится: двойная спираль нейронауки будет открыта, а за ней последует подлинная теория сознания.

Или, возможно, мы обделены эволюцией, и нам не достает понятий, необходимых для понимания отношений между мозгом и сознанием. Кошки не умеют считать, а обезьяны не создают квантовых теорий, так с чего предполагать, что *Homo sapiens* могут раскрыть тайну сознания? Может быть, нам не нужно больше данных. Может быть, нам нужна мутация, которая позволит понять те данные, что у нас есть.

Ноам Хомский отмечает аргументы от эволюции о пределах наших когнитивных способностей. Но тем не менее настаивает, что мы должны признать «масштаб и пределы человеческого понимания» и что «какой-нибудь по-другому устроенный разум может счесть человеческие тайны простыми проблемами и удивляться, что мы не можем найти ответов так же, как мы наблюдаем неспособность крыс бежать по лабиринтам с простейшими числами из-за самого устройства их когнитивной природы»^[30].

Я подозреваю, что Хомский прав: у человеческого разума есть пределы. И я признаю, что пределы эти, проистекают ли они из эволюции или другого источника, могут мешать нам понять связь между сознанием и нейронной активностью.

Но прежде, чем отбросить трудную проблему сознания, можно рассмотреть другую вероятность: возможно, мы обладаем необходимым интеллектом, а мешает нам ложное представление.

Ложные представления, а не врожденные ограничения могут загнать в тупик наши усилия по решению головоломок. Примеров этому полно в учебниках по когнитивной науке. В одном примере людям дают свечу, коробку кнопок и спички. Их просят закрепить свечу на стене так, чтобы воск не капал на пол. Большинство людей не справляются. Они автоматически подразумевают, что у коробки только одна задача – хранить кнопки. Им не приходит в голову высыпать кнопки из коробки, ими же прикрепить коробку к стене и поставить внутрь свечу. Чтобы решить эту задачу, они должны поставить под сомнение ложную посылку.

Какая ложная посылка путает наши усилия по обнаружению связи между мозгом и сознанием? Я предлагаю, что эта: *мы видим реальность такой, какая она есть*.

Конечно, никто не считает, что мы видим *всю* реальность как есть. Например, физики говорят нам, что видимый нами свет всего лишь крошечная часть необъятного электромагнитного спектра, который мы не способны увидеть, включая ультрафиолет, инфракрасный, радиоволны, микроволны, рентгеновские лучи и космическое излучение. Некоторые животные воспринимают то, что не можем мы: птицы и пчелы видят ультрафиолет, гремучие змеи «видят» инфракрасный, слоны слышат инфразвук, медведи издалека чуют запах падали, акулы «чувствуют» электрические поля, голуби ориентируются по магнитным полям.

Но большинство из нас верит, что, в обычном понимании, мы достоверно видим *часть* реальности как есть. Предположим, я открываю глаза и получаю зрительный опыт, который описываю как красный помидор в метре от меня. Затем я закрываю глаза, и мой опыт меняется на испещренное крапинками серое поле. Если я трезв и здоров и не думаю, что меня дураят, то верю, что, даже когда мои глаза закрыты, даже когда я получаю опыт серого поля, все равно в метре от меня находится красный помидор. Когда я открываю глаза и снова получаю опыт, который описываю как красный помидор в метре от меня, я принимаю это как доказательство, что помидор был там все время. Чтобы собрать дальнейшие доказательства моей веры, я могу с закрытыми глазами протянуть руку и коснуться помидора, наклониться и понюхать его или попросить друга посмотреть и подтвердить, что помидор все еще там. Совмещение всех этих доказательств убеждает меня, что настоящий помидор действительно там, даже когда глаза закрыты и никто его не касается.

Но могу ли я ошибаться?

Признаю, этот вопрос звучит слегка безумно. Большинство людей в здравом рассудке, получив эти доказательства, наверняка сделают вывод, что помидор все еще на месте. Его

существование, когда его никто не видит и не трогает, кажется объективным фактом, а не заблуждением.

Но этот вывод – сомнительное утверждение, не железная логика или бесспорный факт. Мы должны проверить его состоятельность с помощью достижений в таких областях, как когнитивная нейронаука, эволюционная теория игр и физика. Когда мы это сделаем, представление окажется ложным.

Этот удивительный результат и является предметом этой книги. Я не пытаюсь разгадать тайну сознания. Но я пытаюсь в следующих главах развенчать убеждение, мешающее разгадке. В последней главе я предлагаю возможность проникнуть в тайну сознания, сбросив бремя ложного представления.

Что может значить утверждение, что помидора нет, когда я не смотрю? Нашей интуиции здесь поможет еще один взгляд на куб Неккера. Как мы обсуждали, вы можете видеть куб с гранью А впереди – назовем его куб А. Или вы можете видеть куб с гранью В впереди – назовем его куб В. При каждом взгляде на фигуру вы видите либо куб А, либо куб В, но никогда оба сразу.

Когда вы отводите глаза, какой куб остается на рисунке: куб А или куб В?

Предположим, что перед тем, как отвести глаза, вы видели куб А и отвечаете, что на рисунке куб А. Вы можете проверить свой ответ, посмотрев обратно на рисунок. Если вы делаете так несколько раз, то обнаружите, что иногда вы видите куб В. Когда это случается? Куб А превращается в куб В, пока вы не смотрите?

Или вы можете проверить свой ответ, попросив посмотреть друзей. Вы обнаружите, что они часто не согласны: кто-то говорит, что видит куб А, другие же видят куб В. Все они могут говорить правду, это можно проверить на полиграфе.

Это наводит на мысль, что, когда никто не смотрит, нет ни куба А, ни куба В, и нет объективного куба, который существует вне наблюдения, никакого общедоступного куба, ждущего, чтобы его увидели. Вместо этого, если вы видите куб А, а ваши друзья видят куб В, то в это мгновение все вы видите куб, который создает ваша зрительная система. Существует столько кубов, сколько наблюдателей, их создающих. И, когда вы отводите глаза, ваш куб перестает существовать.

Этот пример предназначен только для того, чтобы проиллюстрировать значение фразы о том, что никакого помидора не существует, когда вы не смотрите. Конечно, он не доказывает, что никакого помидора не существует, когда вы не смотрите. В конце концов, кто-нибудь может возразить, что куб Неккера – иллюзия, а помидор нет. Выиграть дело против невидимых помидоров – нетривиальная задача. Ключевое здесь то, что реальность, которая побуждает вас создать ваш опыт помидора, совсем не похожа на то, что вы видите и ощущаете на вкус. Нас вводит в заблуждение наше восприятие.

На самом деле история наших заблуждений довольно длинна. Многие древние культуры, включая греков до Сократа, из-за восприятия пришли к заблуждению, что Земля плоская. Потребовались гении Пифагора, Парменида и Аристотеля, чтобы открыть, несмотря на показания глаз, что Земля по форме близка к шару. Много веков после этого открытия большинство гениев, за исключением Аристарха (ок. 310 до н. э. – ок. 230 н. э.), из-за восприятия ошибочно считали, что наша шарообразная земля является неподвижным центром Вселенной. Ведь, если на считать землетрясений, Земля выглядит неподвижной, и кажется, что Солнце, звезды и планеты вращаются вокруг нее. Птолемей (ок. 85 – ок. 165) превратил эту геоцентрическую ошибку восприятия в модель Вселенной, которая с согласия католической церкви на протяжении четырнадцати веков пользовалась одобрением Священного Писания.

Наша склонность превратно толковать свое восприятие, как указал Людвиг Витгенштейн своей коллеге философу Элизабет Энском, частично проистекает из некритического отношения к нашему восприятию, к тому, что мы имеем в виду, говоря «выглядит так, будто». Энском

говорит о Витгенштейне: «Однажды он приветствовал меня вопросом: „Почему люди говорят, что было естественным думать, что Солнце вращается вокруг Земли, а не Земля вращается вокруг своей оси?“ Я ответила: „Полагаю, выглядело так, будто Солнце вращается вокруг Земли“. „Что ж, – спросил он, – а как *выглядело бы* вращение Земли вокруг своей оси?“» Вопрос показал, что я доселе не смогла адекватно сформулировать, как же именно выглядело это «будто Солнце вращается вокруг Земли»^[31]. Точка зрения Витгенштейна уместна каждый раз, когда мы беремся утверждать, что реальность соответствует или не соответствует нашему восприятию. Существует, как мы увидим, способ придать точный смысл этому утверждению, пользуясь инструментами эволюционной теории игр: мы можем доказать, что если наше восприятие было сформировано естественным отбором, то оно почти наверняка эволюционировало так, чтобы скрывать реальность. Оно докладывает только о приспособленности.

В 1543 году посмертно был опубликован труд Коперника *De revolutionibus orbium coelestium* («О вращении небесных сфер»). В нем ученый предполагал, как и Аристарх до него, что Земля и прочие планеты вращаются вокруг солнца. Галилей посмотрел в телескоп и увидел доказательства этой теории – луны, вращающиеся вокруг Юпитера, и Венеру, меняющую фазы, как наша Луна. Церковь выступила против этой теории, и в 1633 году Галилея судили за ересь, за то, что дерзнул «излагать, защищать и выдавать за вероятное учение, признанное ложным и противным Святому Писанию». Галилея заставили отречься и приговорили к домашнему аресту до конца жизни. И только в 1922 году церковь признала свою ошибку.

Этой ошибке способствовали несколько факторов. Одним была вера в Великую цепь бытия – с Богом и совершенством небесных сферверху и человеком и несовершенством земного мира внизу, – которая хорошо согласовывалась с моделью Птолемея^[32]. Но ключевым фактором было простое неправильное толкование нашего восприятия: церковь думала, что мы просто видим, что Земля никогда не движется и является центром Вселенной.

Как отмечено в эпиграфе к этой книге, Галилей полагал, что мы неправильно толкуем наше восприятие и в других областях: «Я думаю, что вкусы, запахи, цвета и другие качества не более чем имена, принадлежащие тому объекту, который является их носителем, и обитают они только в нашем чувствилище. Если бы вдруг не стало живых существ, то все эти качества исчезли бы и обратились в ничто»^[33]. Мы естественным образом думаем, что помидор все еще на месте – включая его вкус, запах и цвет – даже когда мы не смотрим. Галилео не согласен. Он утверждает, что помидор на месте, но не его вкус, запах и цвет – это атрибуты восприятия, а не реальности, поскольку она отделена от восприятия. Исчезнет сознание – исчезнут и они.

Но он думал, что сам помидор продолжит существовать, включая его плод, форму и местоположение. Эти атрибуты, утверждал он, мы видим в реальности. Большинство из нас согласилось бы.

Но эволюция не согласна. В четвертой главе мы увидим, что эволюция путем естественного отбора подразумевает парадоксальную теорему: *вероятность того, что мы видим реальность такой, какая она есть, равна нулю*. Эта теорема применима не только ко вкусу, запаху и цвету, но также к форме, местоположению, массе и скорости – даже к пространству и времени. Мы не видим настоящей реальности. Реальность, побуждающая вас создавать опыт помидора, реальность, которая существует независимо от того, видите вы помидор или нет, совсем не похожа на то, что вы видите и пробуете.

Мы отвергли плоскую Землю и геоцентрическую Вселенную. Мы поняли, что наше восприятие ввело нас в заблуждение, и исправили свои ошибки. Это было нелегко. В процессе пошатнулись обыденная интуиция и церковные доктрины. Но эти исправления лишь разминка. Теперь мы должны выбросить за борт само пространство-время и все в нем.

Что мы за создания? Согласно эволюции, не те, что видят истинную реальность. И это оказывает сильное влияние на наши представления о связи между мозгом и сознанием. Если пространство и время существуют только в нашем восприятии, то как может нечто, существу-

ющее внутри пространства и времени, например нейроны и их активность, создавать наше сознание?

Понимание эволюции восприятия – важный шаг к пониманию того, кто мы есть, и происхождения нашего сознания.

Глава вторая. Красота. Соблазн генов

*В будущем, я предвижу, откроется еще новое важное поле исследования. Психология будет прочно основана на новом фундаменте³.
Чарльз Дарвин «Происхождение видов»*

*Хоть красота моя невелика,
Не нужно ей таких похвал цветистых.
Оценку красоте дают глаза
Того, кто пожелал купить ее,
А не язык хвастливый продавца⁴.*

Шекспир «Бесплодные усилия любви»

В 1757 году Дэвид Юм в своем эссе «О норме вкуса» утверждал, что красота в глазах смотрящего. «Прекрасное, – писал он, – не есть качество, существующее в самих вещах; оно существует исключительно в духе, созерцающем их, и дух каждого человека усматривает иную красоту»⁵. Это естественно порождает вопрос: почему в глазах *этого* смотрящего *эта* норма прекрасного? Через век после Юма Дарвин подвел фундамент – эволюция путем естественного отбора – для психологии, который объясняет почему: красота – это восприятие имеющихся выгод приспособленности, как, например, выгоды от съедения того яблока или свидания с тем человеком. Это восприятие будет различаться – для разных видов, людей и даже времени – как различаются потребности и ниши. Успешное размножение зависит от собранных очков приспособленности. Красота говорит нам, каковы и где они.

Эволюционная психология делает новые и удивительные прогнозы наших суждений о человеческой красоте. Например, каждый раз, смотря на лицо, вы критически изучаете глаза – отмечаете баллы по пунктам списка – и приходите, посредством подсознательного взвешивания, к вердикту насчет их красоты. То, что женщины считают привлекательным в глазах мужчины, иногда отличается от того, что мужчины считают привлекательным в глазах женщины. Наши предки тысячелетиями полагались на этот неписанный список, но новая наука о красоте выявила некоторые его пункты. Мы обсудим эти пункты и логику их открытия, а также некоторые практические применения.

Прогнозы эволюции о красоте удивительны, но, как мы увидим в девятой главе, ее прогнозы насчет физических объектов приводят в замешательство: объекты, как и красота, в глазах смотрящего и информируют нас о приспособленности – не об объективной реальности. Чтобы подготовиться к запутанному делу об объектах, давайте разомнем интуицию, исследуя восприятие красоты в животном мире.

Самцы *Julodimorpha bakewelli*, вида жуков из семейства златок, падки на красивых самок^[34]. Они летают в поисках самок, у которых блестящие коричневые надкрылья с пупыршками. Не так давно некоторые самцы приматов вида *Homo sapiens* разъезжали по местам обитания этих жуков в Западной Австралии, усеивая местность пустыми пивными бутылками, известными как «stubbies». Дело в том, что некоторые бутылки были такими же блестящими и пупырчатыми и именно такого оттенка коричневого, чтобы полюбить самцам жуков. Попро-

³ Цитируется по Дарвин Ч. Р. Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь/пер. К.А. Тимирязева, М.А. Мензбира, А.П. Павлова, И.А. Петровского – Москва: АСТ, 2017. – 608 с.

⁴ Пер. Ю. Корнеева.

⁵ Цитируется по Юм Д. О норме вкуса/пер. Ф.Ф. Вермель//Сочинения в 2-х т. – Москва: Издательство «Мысль», 1996 г.

сав настоящих самок, самцы жуков теряли голову от бутылок, выпускали гениталии и настойчиво пытались спариться, несмотря на равнодушные стеклотары. (Классический случай, когда мужчина бросает женщину ради бутылки.) В довершение всего, муравьи вида *Iridomyrmex discors* научились подкарауливать возле бутылок одуроченных и возбужденных жуков и пожирать неудачников, начиная с гениталий.

Бедные жуки находились на грани вымирания, и Австралии пришлось изменить пивные бутылки, чтобы спасти своих жуков.

Этот промах жуков удивителен. Самцы жуков спаривались с самками бессчетные тысячи лет. Надо думать, что они наверняка знают своих самок. Оказывается, нет. Даже когда самец ползет по своей бутылке, наслаждаясь полным телесным контактом, он ощущает ее сиреной, 370-миллиметровой неотразимой амазонкой.

Что-то пошло не так. Почему жук влюбляется в бутылку? Может, из-за крохотного мозга? Может быть, млекопитающие, у которых мозг больше, никогда не совершат такой глупой ошибки? Но они совершают. На Аляске, в Монтане и повсюду фотографировали лосей, которые спаривались с металлическими статуями лосей и даже бизонов, иногда по несколько часов. Мы можем смеяться, но у *Homo sapiens* есть своя грязная история, включая секс-кукол, много веков назад украшавших картины могольских художников Индии, и роботов на международном конгрессе «Любовь и секс с роботами» в наши дни. Наш более крупный мозг не гарантирует безошибочного влечения к настоящим человеческим красоткам.

Тогда, что есть красота? Как ни странно, учитывая множество заскоков, преследующих жуков, лосей, *Homo sapiens* и многие другие виды, красота – это мудрый вердикт сложных, но главным образом бессознательных вычислений. Каждый раз, когда вы встречаетесь с человеком, ваши органы чувств автоматически проверяют десятки, а может сотни, контрольных показателей – и все это за доли секунды. Эти показатели, кропотливо отобранные за миллиарды лет эволюции, сообщают вам одну-единственную вещь – репродуктивный потенциал. Может ли этот человек иметь и вырастить здоровое потомство? Конечно, во время встречи вы обычно не думаете так конкретно и не занимаетесь подробным списком параметров для вердикта. Вместо этого вы чувствуете сам вердикт в диапазоне от «сексуально привлекательный» до «нет». Это чувство, это краткое резюме тщательного расследования и есть красота в глазах смотрящего.

Что обличает во лжи идею о том, что красота – прихоть смотрящего. Наоборот, это результат бессознательных умозаключений смотрящего, умозаключений, созданных за тысячелетия логикой естественного отбора: если бы умозаключения слишком часто выдавали вердикт «сексуально привлекательный», когда этого делать не следовало, то смотрящий слишком часто отдавал бы предпочтение партнерам, менее способным вырастить здоровое потомство. В этом случае склонные к ошибкам гены смотрящего и их негодные умозаключения с меньшей вероятностью передались бы следующему поколению. Словом, если гены неверно понимают красоту, их ждет вымирание. Такова безжалостная логика естественного отбора.

Все дело в борьбе между генами. Иначе говоря, все дело в *приспособленности* – центральной концепции эволюции путем естественного отбора. Гены, искуснее других пробивающиеся в следующее поколение, называются *более приспособленными*. Даже незначительное превосходство в таланте пробиваться может позволить гену распространиться по поколениям и уничтожить конкурентов со всего лишь умеренными способностями. Оскар Уайльд хорошо понимал эту логику. «Умеренность, – писал он, – роковое свойство. Только крайность ведет к успеху»^[35].

Гены не толкаются локтями самолично. Они делают это чужими руками. Они запускают тела и мозги – фенотипы – и дают им состязаться. Фенотипы, лучше показывающие себя в потасовке, как и соответствующие им генотипы, называются более приспособленными. Приспособленность фенотипа зависит, конечно, не только от генов, но также от превратностей болезней, развития, питания и элементарного истребления от времени. Например, однойце-

вые близнецы могут отличаться своей фенотипической приспособленностью. Но можете не сомневаться, хотя гены и сражаются чужими руками, они принимают личное участие в игре. Как пилоты в самолете, гены пристегнуты к своему фенотипу: если он разобьется, они погибнут.

Вычисление красоты – часть битвы чужими руками, один из хитроумных механизмов, задействованных генами для борьбы с другими генами с целью повысить приспособленность. С другой стороны, ваша способность вычислять красоту может повысить вашу собственную приспособленность, если вы вычисляете красоту лучше, чем ваши конкуренты. Приспособленность – ее повышение, ее оценка и ее повышение путем оценки – вот предмет постоянного внимания эволюции путем естественного отбора. Вычисление красоты закладывается в нас в самом начале жизни. Младенцы в возрасте двух месяцев дольше смотрят на лица, которые у взрослых считаются более привлекательными^[36].

Проблема с подсчетом красоты, с выявлением приспособленности генов, состоит в том, что сами гены невидимы. Это вынуждает гены выискивать признаки приспособленности в единственном месте, где их можно увидеть, – в фенотипах, в телах и мозгах, сформированных и запущенных другими генами. Но фенотип редко демонстрирует свою приспособленность напоказ; его надо прочесывать в поисках подсказок.

Шерлок Холмс утверждал, что успех детектива зависит от «сопоставления всех незначительных улик»^[37]. Одной из незначительных улик в поисках красоты является элемент человеческого глаза, называемый *лимбальным кольцом* – темное кольцо на границе цветной радужки и белка. Впервые я заметил это кольцо у «Афганской девочки», фотографии Шарбат Гулы, появившейся на обложке журнала National Geographic в июне 1985 года и ставшей самой узнаваемой фотографией в истории журнала^[38]. Я задался вопросом, не выраженные ли лимбальные кольца, придававшие ее взгляду настоящую пронзительность, завладели нашим вниманием и вселили уверенность в ее красоте?

Почему выраженные лимбальные кольца могут быть привлекательными? Или, формулируя на языке эволюции: почему такие кольца могут сигнализировать о лучшей приспособленности?

Оказывается, выраженные кольца говорят о здоровье. Чтобы лимбальные кольца были выраженными, их должно быть видно, а для этого роговица – прозрачная часть оболочки глаза – должна быть чистой и здоровой. Заболевания типа глаукомы и отека роговицы могут замутить роговицу, сделав лимбальные кольца менее видимыми. Плохой липидный обмен может спровоцировать роговичную дугу – молочно-белые отложения холестерина, скрывающие кольца. Нарушения регуляции кальция в крови могут вызвать кальциноз – молочно-белые отложения кальция, которые опять же скрывают кольца. В результате ряда заболеваний лимбальные кольца могут тускнеть; у человека с выраженными кольцами наличие этих заболеваний менее вероятно.

Выраженные кольца также демонстрируют приспособленность, сигнализируя о юности. Исследования Даррена Пешака, студента выпускного курса моей лаборатории, которому помогла команда студентов помладше, обнаружили, что ширина лимбальных колец, а отсюда и их четкость с возрастом уменьшаются^[39].

Тогда, теоретически, лимбальные кольца сигнализируют молодость, здоровье и таким образом приспособленность. Но неужели эволюция и в самом деле настроила наш красотомер, вычисляющий красоту внутри наблюдателя вида *Homo sapiens*, на поиск неочевидных подсказок о приспособленности в лимбальных кольцах?

Чтобы выяснить это, Пешек показывал участникам каждой серии экспериментов пару идентичных лиц, только у одного лимбальные кольца были, а у другого – нет. Участники должны были выбрать лицо, которое выглядело более привлекательным. Результаты были однозначными: мужчины и женщины предпочитали мужские и женские лица с лимбальными

кольцами, даже если лица им показывали вверх ногами^[40]. Затем путем последовательных экспериментов Пешек установил идеальные кольца – те, ширина, насыщенность и размытость которых выглядят наиболее привлекательно^[41].

Зная этот идеал, вы можете улучшить свой портрет, отредактировав свои кольца, или усовершенствовать свои глаза контактными линзами, которые имитируют привлекательные кольца – как макияж, который наносят непосредственно на глаз.

Это обращает внимание на риски для тех, кто смотрит на красоту: гены могут лгать о приспособленности. Они могут подтасовывать свои фенотипы – закладывать лживые подсказки в тело и заблуждения в мозг. С помощью лжи о приспособленности, которую они предлагают смотрящему, гены могут накапливать больше приспособленности для себя.

Иногда ложь безобидна. Губная помада и подводка для глаз еще никому не навредили. Иногда ложь цинична и корыстна. Молоточковые орхидеи из рода *Dracaea* в Западной Австралии предлагают секс тиннидным осам (семейство *Thynnidae*)^[42]. Готовая к спариванию самка осы забирается на травинку и трет лапки, выделяя привлекающий самцов аромат. Очарованный самец летит зигзагами против ветра, пока не находит ее. Он хватается за самку и уносит в клуб высотного метра, а затем опускает в заранее подготовленное логово, которое будет служить изысканным лакомством для личинок. Там самка откладывает яйца и умирает.

У обычного цветка по соседству нет шансов соблазнить самца тиннидной осы. Но гены молоточковой орхидеи обеспечили ей звездное преобразование: тонкий зеленый стебель, похожий на травинку, а на верхушке качается губа соблазнительного цвета, бархатистая наощупь, с аппетитными изгибами и манящим запахом женской особи. Околдованный самец пытается унести губу, но выясняется, что липовая партнерша не сотрудничает. В один прекрасный момент раздраженный самец улетает прочь, унося с собой пыльцу, втихаря оставленную на нем во время мучений. Наткнувшись на другую фальшивую подругу, он ее опыляет. В итоге гены *Dracaea* получают приспособленность, а осы остаются ни с чем.

Ложь генов в погоне за приспособленностью может пересечь грань между цинизмом и злодейством. Самки светляков рода *Photuris* приманивают самцов светляков рода *Photinus* – заканчиваются эти истории трагически^[43]. Одиноким ночью самец *Photinus* испускает последовательность вспышек. Готовая к спариванию самка *Photinus* может ответить последовательностью вспышек, которые совпадают с его, чтобы сформировать хореографический дуэт. Получив ответ, полный надежд самец летит к самке и спаривается.

Самки *Photuris* разгадали код *Photinus* и отвечают на сигналы самцов *Photinus* нужным дуэтом. Когда самец *Photinus* прилетает на свидание, то обнаруживает гораздо более крупную самку, чем ожидал, и его съедают.

Бессердечные гены *Photuris* обещают *Photinus* награду в виде высшей степени приспособленности, но вместо этого выдают высочайшие штрафы. Эта подлая замануха увеличивает приспособленность *Photuris* очевидным образом – им достаются жизненно важные калории, – но этим все не ограничивается: светляки *Photinus* содержат люцибуфагины, стероиды, ядовитые для многих потенциальных хищников. При укусе или сжатии светляк *Photinus* выделяет каплю крови, насыщенную люцибуфагинами, которые для потенциального хищника имеют противный вкус (означающий «плохо для моей приспособленности»), побуждающий его отпустить светляка. Светляки *Photuris*, поедая напичканных люцибуфагинами *Photinus*, делают себе приживку от хищников.

Красота – наш лучший прогноз репродуктивного потенциала. Но, как показывают эпопеи *Photuris*, *Dracaea* и многих других, гены, находящиеся за кулисами игры в красоту, безжалостные операторы, не обремененные моральными угрызениями совести, готовые без колебаний обманывать и уничтожать на пути к своей единственной цели – увеличить собственную приспособленность, накопить очки приспособленности. Они идут ва-банк в игре «кто кого». *Photuris* пожирают *Photinus* и получают очки приспособленности, поглощая все их калории и

люцибуфагины; Photinus теряют все. Дракаеа дуриет тиннидных ос и получает очки приспособленности в виде опыления; тиннидные осы теряют очки приспособленности в виде времени и калорий, впустую потраченных на Дракаеа. Очки приспособленности – валюта мира: чем больше соберешь, тем больше шансы успешного размножения. Коварные гены хапают очки приспособленности; не честный заработок, а грязная нажива.

Очки приспособленности не высечены в камне, а так же разнообразны, как организмы, их добывающие, и так же непостоянны, как желания, выражающие их. Если для самца Photinus, ищущего партнершу, подходящая самка Photinus станет «золотой жилой», то любвеобильному самцу Homo sapiens она не даст ничего. Смена организма, при прочих неизменных условиях, может радикально изменить выгоды приспособленности.

Выгоды для организма разнятся в зависимости от его состояния. Хорошим примером является голод. Восторг голодного подростка, унюхавшего пиццу, показывает награду приспособленности за первый кусок. Равнодушие или даже отвращение этого подростка спустя час и шесть кусков к тому же самому запаху показывает дефицит приспособленности. Тот же подросток, та же пицца, но большая разница в приспособленности, потому что состояние и потребности подростка изменились. Очки приспособленности зависят от организма, его состояния и его действий.

Ваши ощущения сексуальной привлекательности в диапазоне от «сексуального» до «нет» отражают сложно устроенные подсчеты репродуктивного потенциала. Эти подсчеты, как мы видели, учитывают состояние лимбального кольца. Я задумался, какие еще характеристики глаза они могут отслеживать? Просматривая фотографии лиц, я заметил, что цветная радужка в глазах детей выглядит больше, чем у взрослых. Негар Саммакнеяд, выпускница моей лаборатории, с помощью других студентов подтвердила и доработала мое неформальное наблюдение тщательными измерениями фотографий из базы данных: от рождения до пятидесяти лет имеет место уменьшение площади радужки по отношению к белой склере, но, начиная с пятидесяти лет, радужка увеличивается по мере того, как кожа вокруг глаз обвисает и закрывает склеру^[44]. Так что площадь радужки по отношению к склере последовательно меняется с возрастом.

Эти данные привели меня к предположению, что мужчины предпочитают у женщин до пятидесяти лет чуть большеватые радужки. Факты, подтверждающие это предположение, просты: у женщин до пятидесяти более крупные радужки, а способность к воспроизведению напрямую связана с молодостью. Доля бесплодности у женщин двадцати лет составляет примерно 3 %; тридцати – около 8 %, сорока – около 32 %, пятидесяти – 100 %. Вероятность успешно забеременеть для женщин в возрасте двадцати лет примерно 86 %, в тридцать – около 63 %, в сорок – около 36 %, а в пятьдесят – стремится к нулю^[45].

Это снижение способности к деторождению сформировало при помощи естественного отбора мужской взгляд на женскую красоту. Логика проста: представим мужчину, чьи гены вдруг закодировали расчеты так, что он предпочитает женщин, скажем, пятидесяти лет. Он может наслаждаться жизнью в обществе этих красавиц. Но каков шанс, что они выносят ребенка с его генами и его подсчетом красоты? Почти никаких. Напротив, каковы такие шансы у мужчины, гены которого предпочитают двадцатилетних женщин? Почти наверняка.

Здесь, однако, есть нюанс: фертильность женщины не то же самое, что ее репродуктивная ценность – численность потомства, которое она может ожидать в будущем. Гены, которые высоко ценят репродуктивную ценность, как правило, побеждают, локтями прокладывая себе путь в следующее поколение. Эта ценность максимальна в двадцать лет. Женщина в двадцать пять может быть более фертильной, чем была в двадцать, но ее репродуктивная ценность была больше в двадцать^[46].

Итак, мы ожидаем, что естественный отбор сформировал мужчин таким образом, что наиболее красивыми они считают женщин примерно двадцати лет. Это ведет к ясному про-

гнозу: мужчины старше двадцати должны предпочитать женщин младше себя, а мужчины младше двадцати должны предпочитать женщин *старше* себя.

Оба прогноза подтвердились экспериментами. Мужчины старше двадцати предпочитают женщин младше себя. Неудивительно. Но юноши младше двадцати предпочитают женщин, которые немного *старше*^[47]. Это поддерживает эволюционное объяснение перед другими, альтернативными объяснениями. Предпочтения юношей младше двадцати не связаны, например, с поощрением от женщин старше, которые редко отвечают на их заигрывания. Это не желание доминировать, что вряд ли получится с чуть более взрослыми женщинами. Также это не зависит от культуры; эксперименты повторялись в нескольких культурах.

Подводя итоги, естественный отбор сформировал у мужчин чувство прекрасного, которое ориентируется на свидетельства репродуктивной ценности. Любой признак молодости, например более крупные радужки, является решающим доказательством репродуктивной ценности женщины. Так, в 2010 году я предсказал, что мужчины предпочитают более крупные радужки у женщин младше пятидесяти. Этот прогноз не совпадает с утверждением о привлекательности лимбальных колец; размер радужки может меняться без изменений ширины или видимости лимбального кольца.

Чтобы проверить этот прогноз, Саммакнеяд показывала участникам эксперимента пары идентичных лиц, но на одном лице радужка была больше^[48]. Участники выбирали более привлекательные для себя лица. Результаты были однозначные: мужчины предпочитают женские лица с более крупными радужками, даже если изображения показывают вверх ногами^[49].

Наши гены заставляют мужчин замечать и желать эту неочевидную подсказку женской приспособленности. Женщина, которая знает об этом, может увеличить свою красоту: на фотографиях она может просто отредактировать радужку; в повседневной жизни может носить контактные линзы «большой глаз», которые увеличивают радужку. Такие линзы сейчас популярны в Японии, Сингапуре и Южной Корее. Художник, понимающий воздействие размера радужки, может манипулировать своими зрителями. И в самом деле, здесь искусство опередило науку: в японских аниме и манге, чтобы подчеркнуть юность, женские персонажи изображались с большими радужками задолго до наших исследований.

А что же женщины? Предпочитают ли они мужчин с большими радужками? Вспомним, что четко выраженные лимбальные кольца говорят о молодости и здоровье и что женщины в результате эволюции предпочитают мужчин с четкими кольцами. Но большие радужки говорят только о юности, в отличие от четкого кольца, которое означает ясный глаз, а значит отсутствие болезней; большой зрачок мало что может сказать о здоровье, только о молодости. Так что в случае с радужкой, в отличие от случая с лимбальными кольцами, предсказать желания женщин труднее. Их вкусы сложнее.

Эта сложность предпочтений имеет вескую эволюционную причину: родительский вклад. Выращивание потомства требует вложений времени и энергии от каждого родителя, но объем этих вложений у каждого родителя может быть разным. У млекопитающих участие самки велико, она вынашивает и выкармливает детеныша. Самец же может принимать активное участие, обеспечивая пропитание и защиту, или свести его к минимуму – просто спариться и уйти.

Чем больше ваш родительский вклад, тем более придирчиво вы выбираете партнера^[50]. Если ценно каждое спаривание, вы будете выбирать рассудительно: гены, кодирующие скоропалительные выборы, с меньшей вероятностью передадутся следующему поколению. Однако, если ваш вклад невелик, то возможна иная стратегия: не привередничать и иметь множество партнеров. Гены, применяющие эту стратегию, где количество важнее качества, все еще могут сохраняться в поколениях, даже если у каждого отдельного потомка шансы на выживание меньше.

Пол, который вкладывается больше, более привередлив в выборе партнера. А пол с меньшим вкладом менее разборчив и соревнуется за доступ к привередливому полу – в некоторых

случаях посредством физических сражений, а в некоторых – петухи, например – при помощи яркой внешности. Это объясняет, почему самцы ухаживают, а самки выбирают.

Однако у некоторых видов вклад, а следовательно, и роли, меняются местами. У морских коньков карман с икрой вынашивает отец; в этом случае ухаживают самки, а выбирают самцы^[51].

У видов, где вклад родителей одинаков, разборчивы оба пола. Пример тому большеногая конюга, морская птица, распространенная в северной части Тихого океана и Беринговом море^[52]. У спарившейся пары выводится один птенец, которого высиживают и выкармливают оба родителя. У обоих полов красочное оперение с хохолком на лбу, сильный цитрусовый запах и сложный трубный зов.

Человеческая биология диктует, что каждая женщина должна сильно вкладываться в каждого ребенка. Но мужчинам она дает выбор. Некоторые мужчины вкладывают мало. Но многие выбирают значительный вклад, обеспечивают еду и защиту своей партнерше и детям. Больше ни у каких видов приматов самцы не поставляют еду регулярно, самки кормят себя сами^[53].

Женщина, спаривающаяся с мужчиной, обладающим ресурсами и ответственностью, с большей вероятностью успешно вырастит детей. Поэтому отбор приспособил женщин предпочитать мужчин с ресурсами и статусом, который связан с ресурсами. Эти предпочтения встречаются во всех культурах и усиливаются у женщин, у которых больше ресурсов. Это не побочный эффект финансового неравенства^[54]. Возраст и рост мужчины связаны с его статусом и ресурсами; женщины во всех культурах предпочитают высоких мужчин чуть старше^[55]. Женщина по фотографии лица может сказать, склонен ли мужчина изменять и тратить ресурсы на другую женщину; обманщики имеют тенденцию выглядеть более мужественно, но не более привлекательно^[56]. Мужчины хуже распознают женщин-изменщиц^[57]. Действительно, как демонстрируют лоси и жуки, самцы с незначительным вкладом иногда не способны отличить самку от бутылки или статуи.

Женщина, спаривающаяся с мужчиной, обладающим хорошими генами, с большей вероятностью успешно вырастит здоровых детей. Такие гены связаны с уровнем тестостерона^[58]. Поскольку тестостерон обеспечивает рост костей и мышц, у мужчин с более высоким уровнем тестостерона в пубертатном периоде формируются более мужественные лица с длинным и квадратным подбородком и крупными надбровными дугами. Так что отбор приспособил женщин предпочитать мужчин с более мужественными лицами. Но здесь есть загвоздка: более высокий уровень тестостерона связан с меньшим вкладом в потомство и более высокой склонностью к изменам^[59].

Женщина сталкивается с компромиссом приспособленности: связаться с мужчиной с низким уровнем тестостерона, но более ответственным, или связаться с мужчиной с более высоким уровнем тестостерона, но более низким уровнем ответственности. Подобный выбор в эволюции не редкость, и гены, нашедшие лучшее решение, чаще получают зеленый свет в следующее поколение. В случае женщин гены гениальны и стремятся собрать выгоды приспособленности с обоих выборов: они побуждают женщин чаще предпочитать мужественные лица в наиболее фертильную фазу менструального цикла^[60]. Они побуждают гормоны и мозговую активность смещать женские желания касательно мужских лиц во время месячного цикла^[61], увеличивая вероятность того, что дети получают хорошие гены и ответственного отца.

Но гены не останавливаются на мужественных лицах. Они дирижируют женскими предпочтениями касательно походки, тела, запаха, голоса и характера^[62]. Женщины в менее фертильной фазе сильнее преданы своему партнеру, но во время фазы высокой фертильности более склонны изменять, фантазировать об измене, соблазнительно одеваться, и знакомиться, и флиртовать с новыми мужчинами^[63]. Однако, если партнер женщины привлекателен или если

гены его ГКГ⁶, кодирующие иммунную систему, дополняют ее гены и обещают ее детям здоровый иммунитет, тогда она меньше смотрит на сторону – снова умная стратегия генов делать ставку на большой выигрыш приспособленности^[64]. По большей части, эти махинации генов незаметны для сознательного опыта и предлагают, но не навязывают варианты действий.

Учитывая эти бессознательные интриги беспринципных генов, сложно предсказать, чего может хотеть женщина от мужской радужки. Меньшая радужка говорит о большем возрасте и таким образом о больших ресурсах. Более крупная радужка говорит о юности и таким образом о более здоровых генах. Возможно, женщина предпочитает меньшую радужку, когда ее фертильность ниже, и более крупную, когда она высока. Эксперимент Саммакнеяд не измерял фертильность и не показал предпочтений относительно размера радужки, возможно потому, что полученные данные усреднили разные предпочтения в разное время цикла.

В центре радужки находится зрачок – отверстие, через которое свет проникает в глаз. Зрачок расширяется и сужается, когда свет тускнеет или становится ярче. Но также зрачок расширяется в ответ на разные состояния сознания, например интерес или мысленное усилие, и эмоциональные состояния, например страх или влечение^[65]. С возрастом максимальное расширение зрачка уменьшается^[66].

Когда мужчина видит женщину с улыбкой и большими зрачками, он неосознанно видит ее заинтересованность. Как можно ожидать от пола с более низким родительским вкладом, он находит это привлекательным^[67]. Во время одного эксперимента продавали книгу с лицом улыбающейся женщины на обложке. На некоторых обложках ее зрачки были искусственно увеличены. Мужчины предпочитали покупать книги с увеличенными зрачками, хотя и не могли объяснить почему^[68]. Они выбирали искренний, хоть и обманчивый, признак женской заинтересованности: в период высокой фертильности зрачки женщины больше расширяются при виде сексуально возбуждающего образа, если она не употребляет противозачаточные таблетки^[69].

В своем первом эксперименте Саммакнеяд затемняла радужки, чтобы зрачков не было видно, и они не влияли на результат. Но во втором эксперименте она изучала, как размер радужки и зрачка влияют друг на друга и на привлекательность^[70]. На каждом этапе она показывала мужчинам две одинаковые фотографии женского лица, только у одной были более крупные радужки и зрачки. Мужчин просили выбрать более привлекательное лицо. Как и ожидалось, они выбирали лицо с более крупными радужками и зрачками, получив сигнал о молодости и заинтересованности. Затем Саммакнеяд ставила мужчин в затруднительную ситуацию. На каждом этапе она показывала им две одинаковые фотографии женского лица, но у одной радужки были больше, а зрачки меньше. Это заставляло мужчин выбирать между более «молодой», но менее заинтересованной женщиной и более заинтересованной, но «старше». Разные мужчины выбирали разные стратегии: некоторые выбирали более молодое лицо, другие – более заинтересованное. Подобное разнообразие стратегий – признаки очищающей руки естественного отбора.

В фазе низкой фертильности женщины предпочитают в глазах мужчин зрачки меньшего размера – меньше интереса. За несколько дней до овуляции они изменяют предпочтения на более крупные зрачки^[71]. Такое заблаговременное переключение могло развиваться, чтобы дать им время составить и оценить список интересующих и заинтересованных мужчин для краткосрочной связи. Некоторых женщин привлекают «плохие парни», мужчины «ветреные, легкомысленные, беспринципные, упрямые, красивые, уверенные и самовлюбленные»^[72]. Такие женщины предпочитают в мужских глазах крупные зрачки.

⁶ Главный комплекс гистосовместимости – большая область генома или большое семейство генов, обнаруженное у позвоночных и играющее важную роль в иммунной системе и развитии иммунитета.

Склера – белок глаза – тоже влияет на привлекательность. Больше ни у каких приматов нет белых склер. Их склеры темные, призванные скрыть направление взгляда от хищников и от представителей их собственного вида, для которых прямой взгляд может означать угрозу^[73]. Белая склера человеческого глаза выдает направление взгляда, делая его инструментом социальной коммуникации. Она также показывает эмоции и здоровье. Склера покрыта конъюнктивой, тонкой оболочкой, содержащей мельчайшие кровеносные сосуды. Определенные эмоции, такие как страх или печаль, и определенные патологии, такие как аллергии и конъюнктивиты, вызывают расширение этих сосудов, отчего склера краснеет. Гены это не упускают. Фотографии лиц с искусственно покрасневшими глазами выглядят эмоциональными и менее привлекательными^[74]. Болезни печени и старение могут придавать склере желтоватый оттенок. Отбеливание склеры делает лицо более привлекательным^[75].

У младенцев склера тонкая, и находящаяся под ней сосудистая оболочка глаза придает склере голубоватый оттенок^[76]. Чем старше мы становимся, тем толще становится склера, и этот оттенок исчезает. Поэтому голубоватые склеры связаны с юностью. Оттого что мужчины предпочитают в женщинах молодость, а женщины предпочитают мужчин постарше, я предположил, что мужчины в большей степени, чем женщины, предпочитают голубоватые склеры у противоположного пола. Саммакнеяд проверила это предположение. Она показывала последовательность лиц, а наблюдаемые при помощи ползунка меняли оттенок их склер от голубоватого до желтоватого до тех пор, пока каждое лицо не покажется им наиболее привлекательным. Женщины делали мужские склеры чуть голубоватыми, но мужчины, как и предполагалось, делали женские склеры более голубыми^[77]. И снова неочевидный намек на приспособленность выбирался нашими генами. Одно применение ясно. Чтобы сделать свой портрет привлекательнее, не просто отбеливайте склеры. Добавляйте капельку голубого. Женщинам следует добавлять голубого чуть больше, чем мужчинам.

Из-за влажности наши глаза блестят на свету, что увеличивает их привлекательность. Профессиональные фотографы знают об этом и используют блики, чтобы добавить глазам блеска. Художники тоже это знают: глаза «Девушки с жемчужной сережкой» Вермеера жизнерадостно блестят, в глазах «Моны Лизы» бликов нет, что добавляет ей загадочности. В аниме блики преувеличены, чтобы подчеркнуть привлекательность персонажей. Киноделы избегают бликов в глазах злодеев, делая их безжизненными и гнусными.

Блики в глазах отражаются от слезной жидкости, выделяемой слезными железами, которая покрывает роговицу и склеру^[78]. Эта пленка истончается и наши глаза сохнут, когда мы стареем или страдаем от болезней, таких как синдром Шегрена, волчанка, ревматоидный артрит, заболевания щитовидной железы и дисфункция мейбомиевых желез. Сухой глаз отражает меньше света, чем покрытый обильной пленкой^[79]. Таким образом более яркие блики говорят о молодости и здоровье.

Отслеживает ли наше ощущение привлекательности этот сигнал? Даррен Пешек обнаружил, что так и есть. Лица с бликами более привлекательны, чем лица без бликов или с тусклыми бликами. Но если блик в одном глазу ярче, чем в другом – что предполагает асимметрию глаз, – тогда лицо гораздо менее привлекательно. Если добавляете к своему портрету блики, внимательно следите, чтобы они были вертикальными.

Люди не одиноки в своем внимании к бликам в глазах. Например, бабочки калиго имеют на крыльях фальшивые совиные глаза, каждый с фальшивым бликом. Такое внимание к деталям предполагает эволюционную гонку вооружений, в которой фальшивые глаза – средство отпугивания пернатых хищников – становятся все более реальными по мере того, как зрение голодных птиц становится более острым. В какой-то момент этой гонки мутация – возможно, влияющая на гены *Engrailed*, *Distal-less*, *Hedgehog* или *Notch*^[80] – пометила глаз бликом, который оказался достаточно правдоподобным, чтобы отпугнуть птиц. Так мутация закрепилась.

Эта гонка вооружений часто встречается: многие виды бабочек и мотыльков в битве за выживание козыряют глазами с фальшивыми бликами.

Также фальшивые блики могут способствовать любви. Самок африканской бабочки *Vicynclus anupapa* возбуждают блики правильного размера на глазках самца. А если он еще и пахнет, как надо, то и вовсе неотразим^[81]. Почему фальшивые блики так соблазнительны? Самец с правильными бликами на глазках лучше отпугивает хищников и остается в живых. Привлеченная им самка с большей вероятностью получит потомство с глазками, которые отпугивают хищников. Таким образом гены, стоящие за ее влечением, распространятся с большей вероятностью. Фальшивые блики привлекают любовь, потому что избегают войны.

У генов есть и другие стратегии в отношении глазков. Например, пышный и яркий хвост павлина с его гипнотическими глазками сигнализирует паве, что, несмотря на этот увесистый гандикап, он достаточно приспособлен, чтобы избежать поедания хищником, а значит достаточно приспособлен, чтобы оправдать ее симпатию^[82]. Гены используют много схем, чтобы пробиться в новое поколение. Все средства хороши в любви, на войне и в захвате очков приспособленности.

Глаза наземных животных светятся, потому что коэффициент преломления света в воздухе отличается от коэффициента преломления света в слезной жидкости глаза. Для водных животных эта разница коэффициентов исчезает, а вместе с ней и блики в их глазках. Некоторые рыбы – такие как *Signigobius biocellatus*, *Pomacentrus amboinensis* и *Chelmon rostratus* – развили глазки для защиты от хищников. Но на их глазках нет бликов, потому что в воде глаза не бликуют. Выигрыш приспособленности за фальшивые блики зависит от ситуации: на суше он будет, в море – нет.

Ваши гены задают многочисленные стратегии, чтобы всеми правдами и неправдами пробиться в следующее поколение. Лишь в 1963 году Уильям Гамильтон, тогда студент магистратуры в Лондоне, открыл, что гены в вашем теле также могут пропихивать в следующее поколение гены из других тел. Не просто из других тел, а из тел, которые содержат гены, родственные вашим. Половину своих генов вы делите со своими братьями-сестрами и родителями, четверть – с внуками и восьмую часть – с двоюродными родственниками. Гамильтон открыл, что естественный отбор разрешает стратегию выживания, если она обеспечивает увеличение приспособленности родственнику больше, чем цена приспособленности для вас. Насколько больше – зависит от степени родства между вами. Для ваших брата или сестры увеличение должно быть как минимум вдвое больше ваших затрат; для внука как минимум в четыре раза больше ваших затрат; а увеличение для двоюродных родственников как минимум в восемь раз больше ваших затрат. Это широкое понятие в приспособленности называется «совокупная приспособленность», чтобы отличать ее от понятия «индивидуальная приспособленность», которую мы обсуждали до сих пор^[83]. Эти два понятия не конфликтуют. Совокупная приспособленность просто признает более широкий спектр стратегий, при помощи которых гены прорываются в следующее поколение.

Совокупная приспособленность может объяснить эволюцию альтруистического поведения, которое увеличивает приспособленность других за свой счет. Примером может служить тревожный крик суслика Белдинга, обитателя северо-запада Соединенных Штатов, который находится в низу пищевой цепочки и в верхней строчке меню для орлов, ласок, рысей, барсуков и койотов^[84]. Когда бдительный суслик обнаруживает орла, он издает тревожный крик, даже если находится на открытом месте и беззащитен. Он предупреждает ближайших сусликов и рискует собственной жизнью, привлекая к себе внимание. Если ближайшие суслики также обладают генами, отвечающими за тревожный крик, эта стратегия облегчает передачу этих генов в следующее поколение, несмотря на то что время от времени страж становится едой. Гены выживают, даже если, а на самом деле благодаря тому, что некоторым сусликам приходится жертвовать собой; это риск, на который гены готовы пойти. Однако альтруизму сусликов

есть предел. Когда появляется наземный хищник, а не воздушный, суслик убегает в безопасность прежде, чем закричать.

Ген, который не дает вам спасти соседа, может выжить, если он есть и у вашего соседа. Вероятность этого зависит от вашего генетического родства. Из-за того, что мы не можем посмотреть ДНК, наши гены развили стратегии, которые несовершенно, но с достаточной степенью приближения оценивают родство. Одна стратегия предполагает, что особи вашего вида, находящиеся поблизости, более близкие ваши родственники, чем те, кто находится дальше. Это истинно достаточно часто, чтобы сформировать полезную установку: проявляй больше альтруизма по отношению к тем, кого видишь чаще^[85].

Другая стратегия прикидывает родство по ощущениям. Например, самка суслика Белдинга полагается на запахи, чтобы определить родство, и помогает тем, кто пахнет похожим образом.

Ларри Малони, профессор психологии Нью-Йоркского университета, и Мария Даль Мартелло, профессор психологии университета Падуи в Италии, обнаружили, что мы можем приблизительно оценить родство между незнакомцами, взглянув на лица. Мы выживаем больше информации о родстве из верхней половины лица, чем из нижней. В частности, глаза отвечают за одну пятую нашей способности^[86]. Особенности глаз, влияющие на нашу приблизительную оценку родства, пока неизвестны.

В этой главе мы увидели, что особенности глаз, такие как лимбальное кольцо, могут сделать нас привлекательными и таким образом увеличить нашу индивидуальную приспособленность. Оказывается, глаза также информируют нас о родстве и увеличивают совокупную приспособленность. Глаза могут и называть зеркалом души, но что они отражают точно, так это важные для эволюции аспекты: приспособленность как индивидуальную, так и совокупную.

В этой главе я сосредоточился на красоте глаз, как для краткости, так и потому, что мы проводим больше времени, наблюдая за глазами, чем за любыми другими объектами. Наши гены, конечно, оценивают приспособленность, используя сотни других сенсорных сигналов, таких как рост, вес, запах и голос^[87].

Гены формируют мужское восприятие женской красоты. Хочу внести ясность, это не оправдывает сексизм, патриархат или угнетение женщин. Открытие того, что гены влияют на наши эмоции и поведение, не оправдывает угнетенное положение так же, как открытие того, что гены влияют на рак, не оправдывает рак. Наоборот, подход эволюционной психологии предоставляет инструменты для понимания и предотвращения угнетения, совсем как молекулярная биология предоставляет инструменты для понимания и лечения рака.

Эволюционная психология показывает, что наше восприятие красоты является оценкой репродуктивного потенциала. Это не значит, что мы занимаемся сексом только ради воспроизведения. Экзаптация, когда черта, развившаяся для одной функции, может начать выполнять новую функцию, обычное дело в природе. Мы используем секс, чтобы производить потомство, а еще чтобы сблизиться, играть, исцеляться и получать удовольствие.

С этими оговорками наше изучение красоты всего лишь подготовка, необходимая для решения центрального вопроса: воспринимаем ли мы реальность такой, какая она на самом деле? Мы найдем парадоксальный ответ. Если наши чувства эволюционировали и формировались естественным отбором, тогда пространство-время и физические объекты, как и красота, находятся в глазах смотрящего. Они информируют нас о приспособленности – не об истине или объективной реальности.

Глава третья. Реальность. Шалости невидимого солнца

Эволюционно говоря, зрительное восприятие полезно, только если оно достаточно точное... В самом деле, зрение полезно ровно потому, что оно такое точное. В общем и целом, что ты видишь, то и получаешь. Когда это правда, мы имеем то, что называется достоверным восприятием... восприятием, которое согласуется с действительным положением дел в окружающем мире. Это справедливо почти всегда для зрения.

Стивен Палмер «Наука о зрении» (Vision Science)

«Не понимаю, почему ты придираешься к нейронам, – писал Фрэнсис Крик 13 апреля 1994 года. – Ты же наверняка веришь, что Солнце существовало и до появления тех, кто мог его наблюдать. Так почему же нейроны должны быть другими?» За несколько недель до этого Крик любезно прислал мне подписанный экземпляр своей новой книги «Удивительная гипотеза». Я ее прочитал и 22 марта написал письмо с благодарностью за книгу, в котором также поднял вопрос насчет этой гипотезы:

«Возможно, вы сможете разрешить то, что кажется мне парадоксом. Я целиком и полностью согласен с вами в том, что „зрение – это активный, созидательный процесс“, что мы видим „символическую интерпретацию окружающего мира“ и что „на самом деле у нас нет достоверных знаний об объектах окружающего мира“. Более того, я думаю, что восприятие похоже на науку: процесс построения теорий дает имеющиеся доказательства. Мы видим теории, в которые верим. Как вы говорите, увидеть – значит поверить».

По этим вопросам мы с Криком согласились. Но они противоречат здравому смыслу, а потому требуют обсуждения. Большинство из нас не утверждает, что в точности знает, как работает зрение. Но если надавить, мы можем предположить, что оно очень похоже на видеокамеру. Мы верим, что есть трехмерный мир, который существует даже тогда, когда на него никто не смотрит, и он содержит реальные объекты, такие как яблоки и туманные водопады. Когда мы смотрим, мы просто снимаем этот мир на видео. В этом нет ничего сложного, и большую часть времени все это прекрасно работает – наши видеоснимки точны.

Но здравый смысл ждет сюрприз. Нейроученые уверяют, что каждый раз, когда мы открываем глаза, за дело берутся миллиарды нейронов и триллионы синапсов. Порядка одной трети коры головного мозга, одной трети нашей наиболее развитой вычислительной мощности, задействовано в процессе зрения – не совсем то, что ожидаешь, если зрение всего лишь вопрос съемки видео. В конце концов, камеры снимали задолго до эры компьютеров. Так что именно вычисляет мозг, когда мы смотрим, и почему?

Стандартный ответ нейроученых таков: мозг в реальном времени конструирует наше восприятие объектов, таких как яблоки и водопады^[88]. Он конструирует их, потому что сам глаз не видит яблок и водопадов. Зато в глазу есть около 130 миллионов фоторецепторов, и каждый из них видит только одно: сколько фотонов света он только что уловил. Так что фоторецепторы – это счетоводы фотонов, и они выдают скучные отчеты, что-то вроде этого: фоторецептор 1 – двадцать фотонов; фоторецептор 2 – три фотона... фоторецептор 130 000 000 – шесть фотонов. Там, в фоторецепторах глаза, нет сочных яблок и нет ослепительных водопадов. Только ошеломительный ряд чисел, не несущих очевидного смысла. Разобраться в этой абстракции, понять, что безжизненные цифры говорят о живом мире, настолько сложная задача, что мобилизуются миллиарды нейронов, включая много миллионов в самом глазу. Это не перевод с греческого на английский. Это больше похоже на работу детектива: цифры – зашифрованные

улики, а мозг должен идти по следу, как Шерлок Холмс. Или это как теоретическая физика: цифры – экспериментальные данные, а мозг работает Эйнштейном. Если работа детектива или создание теории прошло хорошо, ваш мозг интерпретирует кучу цифр в понятный мир, и эту интерпретацию вы видите – лучшую теорию, которую смог собрать ваш мозг.

Вот почему Крик утверждал, а я согласился, что «зрение – это активный, созидательный процесс», что мы видим «символическую интерпретацию окружающего мира», что «на самом деле у нас нет достоверных знаний об объектах окружающего мира» и что увидеть – значит поверить в вашу лучшую теорию.

Но затем я сформулировал свой парадокс. Если мы конструируем все, что видим, и, если мы видим нейроны, значит мы конструируем нейроны. Но то, что мы конструируем, не существует, пока мы это не сконструируем (очень жаль; было бы гораздо дешевле въехать в особняк моей мечты до его создания). Поэтому нейронов не существует, пока мы их не сконструируем.

Но этот вывод, как написал я в том письме 22 марта, «похоже, противоречит Удивительной гипотезе, а именно тому, что нейроны существуют изначально и каким-то образом каузально ответственны за наше восприятие».

Я не ожидал, что Крик согласится с моим доводом. Но мне было интересно узнать почему. Он ответил 25 марта 1994 года: «Это приемлемая гипотеза, что реальный мир состоит из того, о чем наши знания ограничены, и что нейроны существовали до того, как кто-то наблюдал их *как нейроны*». (Выделено Криком, что он обозначил подчеркиванием.)

Крик рассуждал, и большинство нейроученых согласились бы, что резонно предположить существование нейронов и без того, чтобы кто-то воспринимал их как нейроны. Но мне хотелось лучше понять его мысли касательно взаимосвязи между восприятием и реальностью. Так что в письме от 11 апреля 1994 года я продолжал настаивать: «Мы можем, как вы сказали, *выдвигать гипотезы*, что нейроны существуют в мире до любых представлений о них. Но эта гипотеза, хоть и приемлемая, непроверяема. Как нам тогда ее опровергнуть?»

Это побудило Крика ответить в том письме от 13 апреля: «Не понимаю, почему ты придираешься к нейронам. Ты же наверняка веришь, что Солнце существовало и до появления тех, кто мог его наблюдать. Так почему же нейроны должны быть другими?» Но затем, как я и надеялся, он поделился своими мыслями по поводу восприятия и реальности. «Мне кажется, следуя Канту, надо различать вещь саму по себе (Солнце из примера выше), которая в принципе непознаваема, и „представление о вещи“, которое создает наш мозг. Тогда возникает такой аргумент: то, что мы воспринимаем, является условными конструкциями. Солнце само по себе может быть объектом восприятия. Наше представление о Солнце – условная конструкция. Представление о Солнце не существует до его создания, но само Солнце существует!»

Справедливо. Крик забраковал, и я вместе с ним, метафизический солипсизм, который гласит, что существуем только я и мой опыт. Согласно этому солипсизму, если я вас вижу, то вы существуете, но только в виде моего опыта. Когда я закрываю глаза, вы перестаете существовать. Я пребываю в созданной мною Вселенной, Вселенной моего опыта. Я один. Я не могу присоединиться к Обществу солипсистов или поинтересоваться, без иронии, почему другие люди не солипсисты.

Крик являлся сторонником метафизического реализма. Солнце само по себе существует, даже когда на него никто не смотрит. Я лишь конструирую свое восприятие этого Солнца – мое представление о Солнце.

Большинство из нас метафизические реалисты. Похоже, эти взгляды приходят естественно. Предположим, как мы обсуждали в первой главе, вы открываете глаза и испытываете опыт, который описываете как красный помидор на расстоянии одного метра. Затем вы закрываете глаза, и ваш опыт меняется на серое поле. Правда ли, что, пока вы видите серое, в метре от вас все еще лежит красный помидор? Большинство из нас скажут «да». Вот этот помидор, в существование которого мы верим, даже если никто не смотрит, Крик и назвал бы «помидор

сам по себе». Он не такой же, как ваш опыт помидора (или, как любезно говорят философы, «помидор в *вашем восприятии*»), ваше «представление о помидоре».

Крик сказал в своем письме, что вещь сама по себе – помидор сам по себе или нейрон сам по себе – «в принципе непознаваема». Но большинство из нас считают наоборот. Мы верим, например, что помидор сам по себе, как и в нашем восприятии, красный, имеет форму помидора и лежит на расстоянии метра. Мы верим, что опыт достоверно отображает вещь саму по себе.

Подозреваю, что и Крик в это верил. Он верил, что наше представление о нейроне достоверно отображает нейрон сам по себе. Трехмерная форма нейрона, опыт которой получает нейроученый, когда смотрит в микроскоп, сообщает ему истинную форму нейрона самого по себе. Щелчки, которые он слышит от микроэлектрода, сообщают ему истинную активность нейрона самого по себе. В своей книге Крик писал: «Удивительная гипотеза заключается в том, что „Вы“, ваши радости и горести, ваши воспоминания и амбиции, ваше чувство личностной тождественности и свободная воля в действительности не более чем результат поведения огромного сообщества нервных клеток и ассоциированных молекул... Вы всего лишь пучок нейронов». Крик явно имел в виду пучок нейронов самих по себе, а не пучок представлений о нейронах.

Поэтому 2 мая 1994 года я написал ему еще одно письмо.

«Удивительная гипотеза все еще не проверяема. Поскольку во время экспериментов наблюдается только представление о нейронах, а не нейроны сами по себе. И единственный способ преодолеть этот провал, как я его вижу, выдвинуть гипотезу, что нейрон сам по себе, в ключевых моментах, аналогичен нашему представлению о нейроне. (Эти высказывания, если верны, относятся к Солнцу самому по себе и так далее. Давай назовем ее гипотезой моста...)»

Если вкратце, я думаю, что даже в исправленном виде Удивительная гипотеза не проверяема. Точнее, она проверяема, если допустить гипотезу моста, которая, поскольку декларирует взаимосвязь между воспринимаемым и непостижимым, сама по себе не проверяема и сомнительна. Вещь сама по себе – онтологический багаж, бесполезный для научного общества».

Про кусок с багажом я написал не всерьез и догадывался, что Крик тоже на него не купится, но мне хотелось узнать его мысли.

Крик ответил 4 мая 1994 года: «Я не думаю, что разумно отбрасывать „вещь саму по себе“, поскольку идея не лишена пользы, она предупреждает нас о том, что мы не можем знать. Однако, это *гипотеза*, которую мы можем с *пользой* обсуждать, но это стандартная гипотеза, лежащая в основе всей науки, даже (я думаю) квантовой механики. Проблема становится острой, только когда мы обсуждаем квалиа».

Термин *квалиа* иногда используется философами в отношении субъективного, сознательного опыта – каково видеть красноту красного или нюхать аромат кофе. Я буду избегать этого термина, потому что он часто порождает дебаты по поводу его точного определения. Вместо него я буду употреблять сознательный опыт.

Крик продолжал: «На самом деле, наш современный робкий взгляд на способы работы мозга подсказывает, что некоторые аспекты квалиа *невозможно* передать. Проблема, скорее, как объяснить, почему квалиа вообще существуют. Общая линия такова, что нам надо попытаться определить НКС (нейронные корреляты сознания), прежде чем слишком сильно беспокоиться об этом аспекте квалиа».

Крик с прагматизмом относился к вещи в себе: это *гипотеза*, которую мы можем с *пользой* обсуждать (он подчеркнул «гипотеза» и «с пользой»). Он честно говорил о проблеме сознательного опыта. Само его существование, считал он, слишком сложно объяснить в наше время. На попытки Крика понять ДНК знатно повлияли мысли Шредингера о генах в книге «Что такое жизнь?». Очевидно, на Крика также повлияли мысли Шредингера в той же книге о созна-

тельном опыте. «Объективная физическая картина световых волн не объясняет чувство цвета. Смог бы объяснить ее физиолог, если бы обладал более полными знаниями о процессах, протекающих в сетчатке, и запускаемых ими процессах в зрительном нерве и головном мозге? Вряд ли»⁷.

Крик, однако, полагал, что вещь сама по себе может быть описана при помощи словаря наших представлений о вещах, об объектах, перемещающихся в пространстве и времени. Например, жара сама по себе есть движение молекул в пространстве и времени; нейрон сам по себе есть объект, обладающий формой и активностью, которая меняется в пространстве и времени. Он полагал, что наши представления о вещах достоверно описывают вещи сами по себе, поэтому и то и другое можно описать, используя одну и ту же лексику. Я отверг это предположение как неправдоподобное. Но Крик считал, что оно применимо даже к объектам, пространству и времени.

Взгляды Крика поддерживал молодой нейрочеловек Дэвид Марр, совершивший революцию в нашем понимании зрения в конце 1970-х и начале 1980-х. Крик познакомился с Марром в Англии. Потом Крик перебрался в институт Солка в Сан-Диего, а Марр – в МТИ. В апреле 1979 года Марр с коллегой Томазо Поджио провели месяц у Крика в Солке, обсуждая визуальную нейронауку.

Марр утверждал, что наше восприятие обычно совпадает с реальностью, что наши представления о вещах верно описывают вещи сами по себе. Он писал в 1982 году в своей книге «Зрение»: «Обычно в процессе восприятия обработка данных ведется правильно (она обеспечивает получение правильных описаний типа что где находится)»⁸. Он считал, что это совпадение восприятия и реальности стало результатом долгого процесса эволюции: «...совершенно очевидно, что человек действительно в явном виде определяет характеристики реальных наблюдаемых им поверхностей. Интересно, что одной из особенностей эволюции зрительных систем является постепенный переход к решению трудной задачи представления все более существенных аспектов наблюдаемого мира».

Зрительная система человека, рассуждал Марр, развила свои представления о вещах, чтобы они соответствовали истинной структуре вещей самих по себе, хотя соответствие не всегда идеально: «Обычно в процессе восприятия обработка данных ведется правильно (она обеспечивает получение правильных описаний типа что где находится), и, хотя эволюция обеспечила возможность вести обработку при различных типах изменчивости (например при переменном освещении), возмущения, порожденные преломлением света в воде, к их числу не относятся». Но Марр делает вывод, что естественный отбор в результате сформировал наше восприятие, чтобы оно соответствовало реальности: «Вознаграждением служит рост пластичности зрительной системы, который достигается за счет роста сложности анализа и, следовательно, роста затрат времени и размеров мозга, необходимых для его осуществления».

Крик уверял, что вещь в себе полезная гипотеза. Марр пошел дальше и заявил, основываясь на эволюции, что наше восприятие, наши представления о вещах изображают реальность, вещь в себе, точно. В переписке с Криком в 1994 году у меня не нашлось возражений эволюционным аргументам Марра, чтобы опровергнуть гипотезу моста.

Действительно, мои мысли по поводу восприятия и реальности были сформированы Марром. Впервые я столкнулся с его идеями на последнем курсе искусственного интеллекта в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе в 1977-78 учебном году. Я учился на четвертом курсе и готовился получить степень бакалавра по количественной психологии, но профессор Эдвард Картеретт любезно позволил мне посещать его выпускной курс. Одна из работ,

⁷ Цитируется по Шредингер Э. Что такое жизнь?/пер. К.Б. Егоровой – Москва: АСТ, 2018 г. – 288 с.

⁸ Здесь и далее цитируется по Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов/пер Н.Г. Гуревич – Москва: Радио и связь, 1987 г. – 400 с.

которые мы обсуждали, принадлежала Марру. Я нашел ее зажигательной по стилю и содержанию. Марр строил модели зрения, которые были достаточно точными, чтобы их можно было запрограммировать в компьютер. Если затем подсоединить компьютер к видеокамерам, эти программы смогут анализировать изображения, полученные с камер, и делать вывод о важных характеристиках окружающей среды, например о ее трехмерной структуре. Цель Мара была ясна: создать точные модели человеческого зрения и использовать их, чтобы создавать компьютеры и роботов, которые могут видеть.

Меня зацепило. Кто этот парень и как с ним поработать? Я с удивлением узнал, что Марр работает на факультете психологии МИТ. Психология в МИТ? Я считал МИТ бастионом математики и точных наук, не психологии. Позже я узнал, что Марр также работал в лаборатории искусственного интеллекта. Я решил подать заявление в МИТ, чтобы быть его студентом. Холодная война была в самом разгаре, и я, как холодный воин, совмещал учебу в университете с работой на «Хьюз Эйркрафт»⁹, где писал симуляторы полета и бортовые индикаторы для реактивных истребителей, таких как F-14, на машинном коде процессора с названием AN/UUK-30. В июне 1978 я закончил университет, еще год проработал в «Хьюз» и поступил в МИТ осенью 1979 на магистратуру к Марру.

Скоро я узнал, что у Марра лейкемия. Он умер спустя четырнадцать месяцев, в ноябре 1980 года, в возрасте тридцати пяти лет. Но эти четырнадцать месяцев превзошли все ожидания. Марр воодушевлял лично так же, как через книги. Он был центром притяжения сообщества энергичных студентов и гениальных коллег. Обсуждения были оживленными, многодисциплинарными и революционными.

Были взлеты. У Марра наблюдалась ремиссия, и он женился на Лусии Вайна. Были падения. Джереми, аспирант психологии, той весной получил степень философии, а на следующий день лишился жизни – по слухам, цианид. Все аспиранты были потрясены. Через несколько дней, когда я проходил мимо кабинета Марра на восьмом этаже лаборатории искусственного интеллекта, он помахал мне, приглашая войти. «Если тебе когда-нибудь захочется покончить с жизнью, сначала приходи ко мне. Жизнь стоит того, чтобы жить».

Скоро Марр стал приходить на собрания в лабораторию заметно ослабленным, закрывая нос и рот носовым платком. А затем и вовсе перестал приходить. Уитман Ричардс, гениальный психофизиолог и сторонник идей Марра, бывший моим вторым научным руководителем, стал моим единственным руководителем после его смерти и оставался близким другом до собственной смерти в 2016 году.

Я получил свою докторскую степень весной 1983 года и осенью был принят на работу на кафедру когнитивных наук в Университете Калифорнии в Ирвайне. К 1986 году я усомнился в утверждении Марра, что мы эволюционировали, чтобы видеть «правильные описания типа что где находится». Я также усомнился в том, что язык нашего восприятия – язык пространства, времени, форм, цветов, текстур, запахов, вкусов и так далее – может создать достоверное описание типа что где находится. Просто это неправильный язык. Но в 1994 году я не смог предложить Крику убедительный довод против утверждения Марра.

Правда в том, что существуют, наоборот, множество доводов в его пользу: наши предки, которые видели реальность точнее, имели конкурентное преимущество перед теми, кто видел ее менее точно. Они с большей вероятностью передавали гены, ответственные за более точное восприятие. Мы потомки тех, кто поколение за поколением видели более точно. Так что мы можем быть уверены, что после тысяч таких поколений мы видим реальность такой, какая она есть. Не всю реальность, конечно. Только те части, которые важны для выживания в нашей нише. Как сформулировали Билл Гейслер и Рэнди Дьель: «В целом, оценки (восприятия), которые ближе к правде, имеют большую полезность, чем далекие»^[89]. Таким образом, «В

⁹ Американская военно-промышленная авиастроительная компания.

целом, правда, что большая часть человеческого восприятия достоверна [точна] в естественных условиях»^[90].

Эволюционный биолог Роберт Триверс, чьи открытия в области эволюции изменили наше понимание социальных отношений, приводит похожий довод. «Наше органы чувств эволюционировали, чтобы давать нам на удивление подробную и точную картину окружающего мира... наши системы чувств устроены так, чтобы давать нам подробную и точную картину реальности, как и ожидается, если истина об окружающем мире помогает нам эффективнее ориентироваться в нем»^[91].

Ученые, которые занимаются зрением, не согласны по многим техническим вопросам, таким как роль движения и материальной формы в восприятии и включает ли восприятие конструирование, умозаключения, обработку и внутреннее представление. Но в этом они согласны: язык нашего восприятия подходит для описания того, что существует, когда никто не смотрит, и в норме наше восприятие делает это верно. Например, в своем учебнике *Vision Science* Стивен Палмер говорит студентам о восприятии: «С точки зрения эволюции, зрительное восприятие полезно, только если оно достаточно точное». Идея в том, что более достоверное восприятие, которое лучше соответствует состоянию объективного мира, таким образом и более приспособленное. Так что естественный отбор формирует наше восприятие, чтобы оно было достовернее.

Большинство теоретиков восприятия выдвигают предположение, что мозг создает внутренние представления окружающего мира и что эти внутренние представления ответственны за наш опыт восприятия. Они утверждают, что наш опыт достоверен, имея в виду, что структура этих внутренних представлений, а следовательно, наших опытов, совпадает со структурой объективного мира.

Альва Ноэ и Кевин О'Риган говорят нам: «Органы восприятия не зря заполучили доступ ко всем деталям окружающей среды»^[92]. Ноэ и О'Риган согласны, что мозг создает внутренние представления о внешнем мире, но утверждают, что эти внутренние представления не отвечают за наш опыт. Вместо этого они выдвигают предположение, что наш чувственный опыт возникает в результате активного исследования объективного мира и выявления в процессе этого исследования зависимостей между нашими действиями и восприятием. Но они согласны, что в результате этого процесса мы получаем достоверный опыт восприятия.

Зыгмунт Пизло и его коллеги говорят нам: «Достоверность – обязательная характеристика восприятия и познания. Абсолютно обязательная. *Восприятие и познание без достоверности все равно что физика без законов сохранения*»^[93]. Выделение их. Пизло утверждает, что наше восприятие достоверно, потому что эволюция сформировала наши органы чувств различать подлинную симметрию окружающего мира.

Некоторые исследователи, такие как Джек Лумис, согласны, что между нашим восприятием и объективной реальностью есть сходство, но возражают, что наше восприятие может совершать системные ошибки, особенно в отношении восприятия формы^[94]. Эти исследователи полагают, однако, что язык нашего восприятия годится для создания достоверных описаний типа что где находится.

Но, несмотря на единодушные экспертов, я сомневаюсь, что естественный отбор поощряет восприятие, которое описывает реальность. Более того, я сомневаюсь, что отбор поощряет восприятие, которое хотя бы может создать достоверное описание реальности. И дело не в том, что иногда восприятие преувеличивает, недооценивает или вообще идет наперекосьяк, дело в том, что лексикон нашего восприятия, включая пространство, время и объекты, бессильно описать реальность.

Я обнаружил аргумент в пользу сомнения у самого Марра, в его книге «Зрение», аргумент, направленный на более простые организмы, такие как мухи и лягушки. «Зрительные системы, подобные той, которой располагает муха... не очень сложны, так как с их помощью

собирается очень мало объективной информации о внешнем мире. Соответствующая информация в целом чрезвычайно субъективна». Он утверждал: «Исключительно маловероятно, в частности, что муха располагает каким-либо заданным в явном виде представлением изображения окружающего ее мира: у нее нет, скажем, правильного представления о том, что такое поверхность». Но он считал, что, несмотря на свою неспособность представить мир, муха все же выживает, потому что, например, «при преследовании самки муха достаточно часто завершает этот процесс успешно»^[95].

Затем Марр объясняет, как простая система, которая «не получает представление наблюдаемого мира», тем не менее может развиваться. «Одной из причин подобной простоты системы должно служить то обстоятельство, что именно эти данные обеспечивают муху необходимой для выживания информацией»^[96].

Марр полагал, что естественный отбор может поощрять простые, субъективные представления, которые не отображают объективную реальность, если они управляют адаптивным действием. В связи с этим возникает вопрос: когда естественный отбор поощряет достоверное восприятие, а не субъективное? Марр отвечает: когда организмы становятся более сложными. Люди, утверждает он, обладают достоверным восприятием, а простые мухи нет. Но верно ли это?

Возможно, нет. Когнитивный ученый Стивен Пинкер объяснил, почему естественный отбор может не жаловать достоверное восприятие. В мой последний год аспирантуры в МИТ Пинкер только начал работать там ассистентом профессора. Я имел удовольствие слушать один из его курсов и близко с ним подружиться. Тогда было очевидно, что с его креативностью, острой логикой и энциклопедическими знаниями в области литературы он внесет выдающийся вклад в науки о сознании, что и произошло на самом деле. Его вышедшая в 1997 году книга «Как работает мозг» сосредоточила мое внимание на эволюционной психологии^[97]. Еще до того как прочитать эту книгу, я знал об эволюционной психологии и революционной работе Леды Космидес и Джона Туби. На самом деле, в 1991 году я пытался, но безуспешно, убедить свою кафедру предложить Леде преподавательскую должность – эволюционная психология была и до сих пор остается спорной. Например, ее обвиняли в недостатке экспериментально проверяемых гипотез, оправдании сомнительной морали и политических взглядов и недостаточном внимании к вопросу влияния на поведение человека окружающей среды. Эти обвинения ошибочны.

Книга Пинкера убедила меня изучать восприятие как продукт естественного отбора. Он делает неожиданное заявление: «Наше мышление сформировалось в результате естественного отбора, чтобы решать проблемы, которые были для наших предков делом жизни и смерти, а не для того, чтобы корректно общаться»¹⁰. Это замечание является ключевым. Наше мышление сформировалось в результате естественного отбора, чтобы решать проблемы жизни и смерти. Точка. Оно сформировалось не для того, чтобы корректно общаться. Истинны ли наши убеждения и восприятие – вопрос, требующий внимательного изучения.

В своей критике книги «Как работает мозг» Джерри Фодор возражал, что не нужно никакого изучения, потому что ничего в науке «не показывает или даже не предполагает, что прямое назначение сознания иное, чем закрепление истинных убеждений»^[98].

В ответ Пинкер предложил несколько причин, почему убеждения могут со временем превращаться в ложные^[99]. Например, вычисление правды затратно по времени и энергии, и поэтому мы часто прибегаем к эвристическим данным, которые могут быть неправильными или устаревшими. Однако Пинкер допускает, что «Мы обладаем некоторыми надежными знаниями о распределении объектов средних размеров вокруг нас»^[100].

¹⁰ Цитируется по Пинкер С. Как работает мозг/пер. О.Ю. Семиной – Москва: Кучково поле, 2017 г. – 672 с.

Что насчет этих объектов средних размеров вокруг нас: столов, деревьев и помидоров? Когда мы их видим, нам кажется, что мы видим истину. Большинство ученых, занимающихся зрением, сходятся во мнении: если я вижу помидор, а потом закрываю глаза, помидор все еще на месте. Но можем ли мы ошибаться? Возможно ли, что никакого помидора нет, если никто не смотрит? Нет пространства и времени? Нет нейронов? Нет нейронной активности, которая породила бы сознательный опыт или являлась им? Возможно ли, что мы не видим реальность такой, какая она есть?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.

Комментарии

1.

Taylor, C. C. W. 1999. "The atomists," in A. A. Long, ed., *The Cambridge Companion to Early Greek Philosophy* (New York: Cambridge University Press), 181–204, doi: 10.1017/CCOL0521441226.009.

2.

Платон «Государство».

3.

Таким образом, пространство-время термин из физики. Я буду использовать его, подчеркивая технические проблемы физики и информационной теории. Я буду использовать слова «пространство» и «время» отдельно, подчеркивая их как отдельные аспекты нашего процесса восприятия.

4.

Chamovitz, D. 2012. *What a Plant Knows* (New York: Scientific American/Farrar, Straus and Giroux).

5.

Wiltbank, L. B., and Kehoe, D. M. 2016. "Two cyanobacterial photoreceptors regulate photosynthetic light harvesting by sensing teal, green, yellow and red light," *mBio* 7 (1): e02130-15, doi: 10.1128/mBio.02130-15.

6.

Отсылка к фильму «Матрица», где судьба главного героя зависит от выбора между красной и синей таблеткой.

7.

Bogen, J. 2006. "Joseph E. Bogen," in L. Squire, ed., *The History of Neuroscience in Autobiography, Volume 5* (Amsterdam: Elsevier), 47–124.

8.

Лейбниц Г.В. *Монадология*/пер. Ю.П. Бартнева, В.П. Преображенского. – Москва: Рипол-Классик, 2020 г. – 200 с.

9.

Huxley, T. 1869. *The Elements of Physiology and Hygiene: A Text-book for Educational Institutions* (New York: Appleton), 178.

10.

James, W. 1890. *The Principles of Psychology* (New York: Henry Holt), 1:146, 147.

11.

Фрейд З. *Основные принципы психоанализа [сборник работ]*/пер. А.П. Хомика, Е.Б. Глушак – Москва: Рефл-бук, 1998 г. – 288 с.

12.

Crick, F. 1994. *The Astonishing Hypothesis* (New York: Scribner's), 3.

13.

Sperry, R.W. 1974. "Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres," in R. McGuigan and R. Schoonover, eds., *The Psychophysiology of Thinking* (New York: Academic Press), 213.

14.

Ledoux, J. E., Wilson, D. H., and Gazzaniga, M. S. 1977. "A divided mind: Observations on the conscious properties of the separated hemispheres," *Annals of Neurology* 2: 417–21.

15.

<https://www.youtube.com/watch?v=PFJPtVRll64>.

16.

Desimone, R., Schein, S. J., Moran, J., and Ungerleider, L. G. 1985. "Contour, color and shape analysis beyond the striate cortex," *Vision Research* 25: 441–52; Desimone, R., and Schein, S. J. 1987. "Visual properties of neurons in area V4 of the macaque: Sensitivity to stimulus form," *Journal of Neurophysiology* 57: 835–68; Heywood, C. A., Gadotti, A., and Cowey, A. 1992. "Cortical area V4 and its role in the perception of color," *Journal of Neuroscience* 12: 4056–65; Heywood, C. A., Cowey, A., and Newcombe, F. 1994. "On the role of parvocellular (P) and magnocellular (M) pathways in cerebral achromatopsia," *Brain* 117: 245–54; Lueck, C. J., Zeki, S., Friston, K. J., Deiber, M.-P., Cope, P., Cunningham, V. J., Lammertsma, A. A., Kennard, C., and Frackowiak, R. S. J. 1989. "The colour centre in the cerebral cortex of man," *Nature* 340: 386–89; Motter, B. C. 1994. "Neural correlates of attentive selection for color or luminance in extrastriate area V4," *Journal of Neuroscience* 14: 2178–89; Schein, S. J., Marrocco, R. T., and de Monasterio, F. M. 1982. "Is there a high concentration of color-selective cells in area V4 of monkey visual cortex?" *Journal of Neurophysiology* 47: 193–213; Shapley, R., and Hawken, M. J. 2011. "Color in the cortex: Single – and double-opponent cells," *Vision Research* 51: 701–17; Yoshioka, T., and Dow, B. M. 1996. "Color, orientation and cytochrome oxidase reactivity in areas V1, V2, and V4 of macaque monkey visual cortex," *Behavioural Brain Research* 76: 71–88; Yoshioka, T., Dow, B. M., and Vautin, R. G. 1996. "Neuronal mechanisms of color categorization in areas V1, V2, and V4 of macaque monkey visual cortex," *Behavioural Brain Research* 76: 51–70; Zeki, S. 1973. "Colour coding in rhesus monkey prestriate cortex," *Brain Research* 53: 422–27; Zeki, S. 1980. "The representation of colours in the cerebral cortex," *Nature* 284: 412–18; Zeki, S. 1983. "Colour coding in the cerebral cortex: The reaction of cells in monkey visual cortex to wavelengths and colours," *Neuroscience* 9: 741–65; Zeki, S. 1985. "Colour pathways and hierarchies in the cerebral cortex," in D. Ottoson and S. Zeki, eds., *Central and Peripheral Mechanisms of Colour Vision* (London: Macmillan).

17.

О. Сакс «Антрополог на Марсе».

18.

Там же; Zeki, S. 1993. *A Vision of the Brain* (Boston: Blackwell Scientific Publications), 279.

19.

Penfield, W., and Boldrey, E. 1937. "Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation," *Brain* 60(4): 389–443.

20.

В.С. Рамачандран «Фантомы мозга».

21.

Chalmers, D. 1998. "What is a neural correlate of consciousness?" in T. Metzinger, ed., *Neural correlates of consciousness: Empirical and conceptual questions* (Cambridge, MA: MIT Press), 17–40; Koch, C. 2004. *The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach* (Englewood, CO: Roberts & Company Publishers).

22.

Больше головоломок про причинно-следственные связи можно найти у Beebe, H., Hitchcock, C., and Menzies, P., eds. 2009. *The Oxford Handbook of Causation* (Oxford, UK: Oxford University Press).

23.

Tagliazucchi, E., Chialvo, D. R., Siniatchkin, M., Amico, E., Brichant, J-F., Bonhomme, V., Noirhomme, Q., Laufs, H., and Laureys, S. 2016. "Large-scale signatures of unconsciousness are consistent with a departure from critical dynamics," *Journal of the Royal Society, Interface* 13: 20151027.

24.

Chalmers, D. 1998. "What is a neural correlate of consciousness?" in T. Metzinger, ed., *Neural correlates of consciousness: Empirical and conceptual questions* (Cambridge, MA: MIT Press), 17–40; Koch, C. 2004. *The Quest for Consciousness: A Neurobiological Approach* (Englewood, CO: Roberts & Company Publishers).

25.

Aru, J., Bachmann, T., Singer, W., and Melloni, L. 2012. "Distilling the neural correlates of consciousness," *Neuroscience and Behavioral Reviews* 36: 737–46.

26.

Kindt, M., Soeter, M., and Vervliet, B. 2009. "Beyond extinction: Erasing human fear responses and preventing the return of fear," *Nature Neuroscience* 12(3): 256–58; Soeter, M., and Kindt, M. 2015. "An abrupt transformation of phobic behavior after a post-retrieval amnesic agent," *Biological Psychiatry* 78: 880–86.

27.

Denny, C. A., et al. 2014. "Hippocampal memory traces are differentially modulated by experience, time, and adult neurogenesis," *Neuron* 83: 189–201; Cazzulino, A. S., Martinez, R., Tomm, N. K., and Denny, C. A. 2016. "Improved specificity of hippocampal memory trace labeling," *Hippocampus*, doi: 10.1002/hipo.22556.

28.

Blackmore, S. 2010. *Consciousness: An Introduction* (New York: Routledge); Д. Чалмерс «Сознающий ум. В поисках фундаментальной теории»; Revonsuo, A. 2010. *Consciousness: The Science of Subjectivity* (New York: Psychology Press).

29.

Кто-то может возразить, что теория интегрированной информации Тонони предлагает такие законы (Oizumi, M., Albantakis, L., and Tononi, G. 2014. "From the phenomenology to the

mechanisms of consciousness: Integrated information theory 3.0,” PLOS Computational Biology 10: e1003588). Но это не так. Она не дает законов, которые отождествляют конкретный сознательный опыт, как например вкус шоколада, с конкретным типом мозговой активности. И она не дает законов о том, как конкретный опыт должен измениться при изменении конкретной мозговой активности. То же самое верно и для редуктивных функционалистских теорий сознания, которые отождествляют ментальные состояния (включая сознательный опыт) с функциональными процессами вычислительных систем, биологических или нет. Ни один редуктивный функционалист не предложил ни одного конкретного тождества между конкретным сознательным опытом (или классом сознательных опытов) и конкретными функциональными процессами. Редуктивный функционализм обладает еще одной проблемой: согласно теореме перестановок можно доказать его ошибочность (Hoffman, D. D. 2006a. “The scrambling theorem: A simple proof of the logical possibility of spectrum inversion,” *Consciousness and Cognition* 15: 31–45; Hoffman, D. D. 2006b. “The Scrambling Theorem unscrambled: A response to commentaries,” *Consciousness and Cognition* 15: 51–53). Из теоремы перестановок также следует, что сознательный опыт не тождествен использованию информации для распознавания возможностей и управления поведением в реальном времени. Э. Чемеро (в книге Chemero, A. 2009. *Radical Embodied Cognitive Science* [Cambridge, MA: MIT Press]), например, утверждает, что «В радикальной науке воплощенного познания распознавание возможностей и управление поведением в реальном времени и есть проживание сознательного опыта. Когда мы объясним, как животные используют информацию, чтобы непосредственно воспринимать и действовать в своих нишах, мы также объясним их сознательный опыт». Теорема перестановок доказывает, что это заявленное тождество неверно. Более того, ни один сторонник воплощенного познания не предложил ни одного конкретного тождества между конкретным сознательным опытом (или классом сознательных опытов) и конкретным использованием информации для распознавания возможностей и управления поведением в реальном времени. Также нет никаких предложений для принципов, которые объяснили бы подобные тождества: почему конкретным использованием информации для распознавания возможностей и управления поведением в реальном времени будет сознательный опыт, скажем, вкуса ванили? Почему это конкретное использование информации для распознавания возможностей и управления поведением в реальном времени не может быть, скажем, вкусом шоколада или ощущением гладкой холодной колонны льда? Какие научные принципы исключают другие сознательные опыты? Никаких никогда не предлагали. Согласно теореме перестановок, таких принципов не существует.

30.

Chomsky, N. 2016. *What Kind of Creatures Are We?* (New York: Columbia University Press).

31.

Anscombe, G. E. M. 1959. *An Introduction to Wittgenstein's Tractatus* (New York: Harper & Row), 151.

32.

А.О. Лавджой «Великая цепь бытия»

33.

Галилей Г. *Пробирных дел мастер/пер.* Ю.А. Данилова – Москва: Наука, 1987 г. – 272 с.

34.

Gwynne, D. T., and Rentz, D. C. F. 1983. "Beetles on the Bottle: Male Buprestids Make Stubbies for Females," *Journal of Australian Entomological Society* 22: 79–80; Gwynne, D. T. 2003. "Mating mistakes," in V. H. Resh and R. T. Carde, eds., *Encyclopedia of Insects* (San Diego: Academic Press).
Около четверти всех животных видов на земле – жуки (Bouchard, P., ed. 2014. *The Book of Beetles* [Chicago: University of Chicago Press]).

35.

Уайльд О. Женщина не стоящая внимания/пер. Н. Дарузес // Уайльд О. Избранное – Санкт-Петербург: Кристалл, 1999 г. – 735 с.

36.

Langlois, J. H., Roggman, L. A., and Reiser-Danner, L. A. 1990. "Infants' differential social responses to attractive and unattractive faces," *Developmental Psychology* 26: 153–59.

37.

Дойл А.К. Тайна Боскомской долины/пер. М. Бессараб//Дойл А.К. Записки о Шерлоке Холмсе – Москва: Детгиз, 1956 г. – 624 с.

38.

Изображение Шарбат Гулы можно увидеть по ссылке https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sharbat_Gula.jpg.

39.

Peshek, D., Sammak-Nejad, N., Hoffman, D. D., and Foley, P. 2011. "Preliminary evidence that the limbal ring influences facial attractiveness," *Evolutionary Psychology* 9: 137–46.

40.

Peshek, D., Sammak-Nejad, N., Hoffman, D. D., and Foley, P. 2011. "Preliminary evidence that the limbal ring influences facial attractiveness," *Evolutionary Psychology* 9: 137–46.

41.

Peshek, D. 2013. "Evaluations of facial attractiveness and expression," PhD diss., University of California – Irvine.

42.

Cingel, N. A. van der. 2000. *An Atlas of Orchid Pollination: America, Africa, Asia and Australia* (Rotterdam: Balkema), 207–8.

43.

Gronquist, M., Schroeder, F. C., Ghiradella, H., Hill, D., McCoy, E. M., Meinwald, J., and Eisner, T. 2006. "Shunning the night to elude the hunter: Diurnal fireflies and the 'femmes fatales,'" *Chemoecology* 16: 39–43; Lloyd, J. E. 1984. "Occurrence of aggressive mimicry in fireflies," *Florida Entomologist* 67: 368–76.

44.

Sammaknejad, N. 2012. "Facial attractiveness: The role of iris size, pupil size, and scleral color," PhD diss., University of California – Irvine.

45.

Carcio, H. A. 1998. *Management of the Infertile Woman* (Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins); Rosenthal, M. S. 2002. *The Fertility Sourcebook*. 3rd edition (Chicago: Contemporary Books).

46.

Buss, D. M. 2016. *Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind*, 5th edition (New York: Routledge), Figure 5.1.

47.

Kenrick, D. T., Keefe, R. C., Gabrielidis, C., and Cornelius, J. S. 1996. "Adolescents' age preferences for dating partners: Support for an evolutionary model of life-history strategies," *Child Development* 67: 1499–1511.

48.

Отношение диаметра зрачка к длине глаза было 0,42 на одном лице и 0,48 на другом.

49.

Sammaknejad, N. 2012. "Facial attractiveness: The role of iris size, pupil size, and scleral color," PhD diss., University of California – Irvine.

50.

Впервые это было предложено в Trivers, R. L. 1972. "Parental investment and sexual selection," in B. Campbell, ed. *Sexual Selection and the Descent of Man: 1871–1971*, 1st edition (Chicago: Aldine), 136–79. См. также Woodward, K., and Richards, M. H. 2005. "The parental investment model and minimum mate choice criteria in humans," *Behavioral Ecology* 16(1): 57–61.

51.

Trivers, R. L. 1985. *Social Evolution* (Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings); но посмотрите Masonjones, H. D., and Lewis, S. M. 1996. "Courtship behavior in the dwarf seahorse *Hippocampus zosterae*," *Copeia* 3: 634–40.

52.

Jones, I. L., and Hunter, F. M. 1993. "Mutual sexual selection in a monogamous seabird," *Nature* 362: 238–39; Jones, I. L., and Hunter, F. M. 1999. "Experimental evidence for a mutual inter- and intrasexual selection favouring a crested auklet ornament," *Animal Behavior* 57(3): 521–28; Zubakin, V. A., Volodin, I. A., Klenova, A. V., Zubakina, E. V., Volodina, E. V., and Lapshina, E. N. 2010. "Behavior of crested auklets (*Aethia cristatella*, Charadriiformes, Alcidae) in the breeding season: Visual and acoustic displays," *Biology Bulletin* 37(8): 823–35.

53.

Smuts, B. B. 1995. "The evolutionary origins of patriarchy," *Human Nature* 6: 1–32.

54.

Buss, D. M. 1994. "The strategies of human mating," *American Scientist* 82: 238–49; Gil-Burmann, C., Pelaez, F., and Sanchez, S. 2002. "Mate choice differences according to sex and age: An analysis of personal advertisements in Spanish newspapers," *Human Nature* 13: 493–508; Khallad, Y. 2005. "Mate selection in Jordan: Effects of sex, socio-economic status, and culture," *Journal of Social and Personal Relationships*, 22: 155–68; Todosijevic, B., Ljubinkovic, S., and Arancic, A. 2003. "Mate selection criteria: A trait desirability assessment study of sex differences in Serbia," *Evolutionary*

Psychology 1: 116–26; Moore, F. R., Cassidy, C., Smith, M. J. L., and Perrett, D. I. 2006. “The effects of female control of resources on sex-differentiated mate preferences,” *Evolution and Human Behavior* 27: 193–205; Lippa, R. A. 2009. “Sex differences in sex drive, sociosexuality, and height across 53 nations: Testing evolutionary and social structural theories,” *Archives of Sexual Behavior* 38: 631–51; Schmitt, D. P. 2012. “When the difference is in the details: A critique of Zentner and Mtura Stepping out of the caveman’s shadow: Nations’ gender gap predicts degree of sex differentiation in mate preferences,” *Evolutionary Psychology* 10: 720–26; Schmitt, D. P., Youn, G., Bond, B., Brooks, S., Frye, H., Johnson, S., Klesman, J., Peplinski, C., Sampias, J., Sherrill, M., and Stoka, C. 2009. “When will I feel love? The effects of culture, personality, and gender on the psychological tendency to love,” *Journal of Research in Personality* 43: 830–46.

55.

Buss, D. M., and Schmitt, D. P. 1993. “Sexual strategies theory: An evolutionary perspective on human mating,” *Psychological Review* 100: 204–32; Brewer, G., and Riley, C. 2009. “Height, relationship satisfaction, jealousy, and mate retention,” *Evolutionary Psychology* 7: 477–89; Courtiol, A., Ramond, M., Godelle, B., and Ferdy, J. 2010. “Mate choice and human stature: Homogamy as a unified framework for understanding mate preferences,” *Evolution* 64(8): 2189–2203; Dunn, M. J., Brinton, S., and Clark, L. 2010. “Universal sex differences in online advertisers’ age preferences: Comparing data from 14 cultures and 2 religious groups,” *Evolution and Human Behavior* 31: 383–93; Ellis, B. J. 1992. “The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women,” in J. Barkow, L. Cosmides, and J. Tooby, eds., *The Adapted Mind* (New York: Oxford), 267–288; Cameron, C., Oskamp, S., and Sparks, W. 1978. “Courtship American style: Newspaper advertisements,” *Family Coordinator* 26: 27–30.

56.

Rhodes, G., Morley, G., and Simmons, L. W. 2012. “Women can judge sexual unfaithfulness from unfamiliar men’s faces,” *Biology Letters* 9: 20120908.

57.

Leivers, S., Simmons, L. W., and Rhodes, G. 2015. “Men’s sexual faithfulness judgments may contain a kernel of truth,” *PLoS ONE* 10(8): e0134007, doi: 10.1371/journal.pone.0134007.

58.

Thornhill, R., Gangestad, S. W. 1993. “Human facial beauty: Averageness, symmetry and parasite resistance,” *Human Nature* 4: 237–69; Thornhill, R., and Gangestad, S. W. 1999. “Facial attractiveness,” *Trends in Cognitive Science* 3: 452–60; Thornhill, R., and Gangestad, S. W. 2008. *The Evolutionary Biology of Human Female Sexuality* (New York: Oxford University Press); Penton-Voak, I. S., Perrett, D. I., Castles, D. L., Kobayashi, T., Burt, D. M., Murray, L. K., and Minamisawa, R. 1999. “Female preference for male faces changes cyclically,” *Nature* 399: 741–42.

59.

Muller, M. N., Marlowe, F. W., Bugumba, R., and Ellison, P. T. 2009. “Testosterone and paternal care in East African foragers and pastoralists,” *Proceedings of the Royal Society, B* 276: 347–54; Storey, A. E., Walsh, C. J., Quinton, R. L., and Wynne-Edwards, K. E. 2000. “Hormonal correlates of paternal responsiveness in new and expectant fathers,” *Evolution and Human Behavior* 21: 79–95.

60.

DeBruine, L., Jones, B. C., Frederick, D. A., Haselton, M. G., Penton-Voak, I. S., and Perrett, D. I. 2010. “Evidence for menstrual cycle shifts in women’s preferences for masculinity: A response to

Harris (in press), 'Menstrual cycle and facial preferences reconsidered,' " *Evolutionary Psychology* 8: 768–75; Johnston, V. S., Hagel, R., Franklin, M., Fink, B., and Grammer, K. 2001. "Male facial attractiveness: Evidence for a hormone-mediated adaptive design," *Evolution and Human Behavior* 22: 251–67; Jones, B. C., Little, A. C., Boothroyd, L. G., DeBruine, L. M., Feinberg, D. R., Law Smith, M. J., Moore, F. R., and Perrett, D. I. 2005, "Commitment to relationships and preferences for femininity and apparent health in faces are strongest on days of the menstrual cycle when progesterone level is high," *Hormones and Behavior* 48: 283–90; Little, A. C., Jones, B. C., and DeBruine, L. M. 2008. "Preferences for variation in masculinity in real male faces change across the menstrual cycle," *Personality and Individual Differences* 45: 478–82; Vaughn, J. E., Bradley, K. I., Byrd-Craven, J., and Kennison, S. M. 2010. "The effect of mortality salience on women's judgments of male faces," *Evolutionary Psychology* 8: 477–91.

61.

Johnston, L., Arden, K., Macrae, C. N., and Grace, R. C. 2003. "The need for speed: The menstrual cycle and personal construal," *Social Cognition* 21: 89–100; Macrae, C. N., Alnwick, K. A., Milne, A. B., and Schloerscheidt, A. M. 2002. "Person perception across the menstrual cycle: Hormonal influences on social-cognitive functioning," *Psychological Science* 13: 532–36; Roney, J. R., and Simmons, Z. L. 2008. "Women's estradiol predicts preference for facial cues of men's testosterone," *Hormones and Behavior* 53: 14–19; Rupp, H. A., James, T. W., Ketterson, E. D., Sengelaub, D. R., Janssen, E., and Heiman, J. R. 2009. "Neural activation in women in response to masculinized male faces: Mediation by hormones and psychosexual factors," *Evolution and Human Behavior* 30: 1–10; Welling, L. L., Jones, B. C., DeBruine, L. M., Conway, C. A., Law Smith, M. J., Little, A. C., Feinberg, D. R., Sharp, M. A., and Al-Dujaili, E. A. S. 2007. "Raised salivary testosterone in women is associated with increased attraction to masculine faces," *Hormones and Behavior* 52: 156–61.

62.

Feinberg, D. R., Jones, B. C., Law Smith, M. J., Moore, F. R., DeBruine, L. M., Cornwell, R. E., Hillier, S. G., and Perrett, D. I. 2006. "Menstrual cycle, trait estrogen level, and masculinity preferences in the human voice," *Hormones and Behavior* 49: 215–22; Gangestad, S. W., Simpson, J. A., Cousins, A. J., Garver-Apgar, C. E., and Christensen, P. N. 2004. "Women's preferences for male behavioral displays change across the menstrual cycle," *Psychological Science* 15: 203–7; Gangestad, S. W., Garver-Apgar, C. E., Simpson, J. A., and Cousins, A. J. 2007. "Changes in women's mate preferences across the ovulatory cycle," *Journal of Personality and Social Psychology* 92: 151–63; Grammer, K. 1993. "5- α -androst-16en-3 α -on: A male pheromone? A brief report," *Ethology and Sociobiology* 14: 201–8; Havlicek, J., Roberts, S. C., and Flegr, J. 2005. "Women's preference for dominant male odour: Effects of menstrual cycle and relationship status," *Biology Letters* 1: 256–59; Hummel, T., Gollisch, R., Wildt, G., and Kobal, G. 1991. "Changes in olfactory perception during the menstrual cycle," *Experientia* 47: 712–15; Little, A. C., Jones, B. C., and Burriss, R. P. 2007. "Preferences for masculinity in male bodies change across the menstrual cycle," *Hormones and Behavior* 52: 633–39; Lukaszewski, A. W., and Roney, J. R. 2009. "Estimated hormones predict women's mate preferences for dominant personality traits," *Personality and Individual Differences* 47: 191–96; Provost, M. P., Troje, N. F., and Quinsey, V. L. 2008. "Short-term mating strategies and attraction to masculinity in point-light walkers," *Evolution and Human Behavior* 29: 65–69; Puts, D. A. 2005. "Mating context and menstrual phase affect women's preferences for male voice pitch," *Evolution and Human Behavior* 26: 388–97; Puts, D. A. 2006. "Cyclic variation in women's preferences for masculine traits: Potential hormonal causes," *Human Nature* 17: 114–27.

63.

Bellis, M. A., and Baker, R. R. 1990. "Do females promote sperm competition? Data for humans," *Animal Behaviour* 40: 997–99; Gangestad, S. W., Thornhill, R., and Garver, C. E. 2002. "Changes in women's sexual interests and their partners' mate retention tactics across the menstrual cycle: Evidence for shifting conflicts of interest," *Proceedings of the Royal Society of London B* 269: 975–82; Gangestad, S. W., Thornhill, R., and Garver-Apgar, C. E. 2005. "Women's sexual interests across the ovulatory cycle depend on primary partner developmental instability," *Proceedings of the Royal Society of London B* 272: 2023–27; Haselton, M. G., and Gangestad, S. W. 2006. "Conditional expression of women's desires and men's mate guarding across the ovulatory cycle," *Hormones and Behavior* 49: 509–18; Jones, B. C., Little, A. C., Boothroyd, L. G., DeBruine, L. M., Feinberg, D. R., Law Smith, M. J., Moore, F. R., and Perrett, D. I. 2005. "Commitment to relationships and preferences for femininity and apparent health in faces are strongest on days of the menstrual cycle when progesterone level is high," *Hormones and Behavior* 48: 283–90; Pillsworth, E., and Haselton, M. 2006. "Male sexual attractiveness predicts differential ovulatory shifts in female extra-pair attraction and male mate retention," *Evolution and Human Behavior* 27: 247–58; Guéguen, N. 2009a. "The receptivity of women to courtship solicitation across the menstrual cycle: A field experiment," *Biological Psychology* 80: 321–24; Guéguen, N. 2009b. "Menstrual cycle phases and female receptivity to a courtship solicitation: An evaluation in a nightclub," *Evolution and Human Behavior* 30: 351–55; Durante, K. M., Griskevicius, V., Hill, S. E., Perilloux, C., and Li, N. P. 2011. "Ovulation, female competition, and product choice: Hormonal influences on consumer behavior," *Journal of Consumer Research* 37: 921–35; Durante, K. M., Li, N. P., and Haselton, M. G. 2008. "Changes in women's choice of dress across the ovulatory cycle: Naturalistic and laboratory task-based evidence," *Personality and Social Psychology Bulletin* 34: 1451–60; Haselton, M. G., Mortezaie, M., Pillsworth, E. G., Bleske-Rechek, A., and Frederick, D. A. 2007. "Ovulatory shifts in human female ornamentation: Near ovulation, women dress to impress," *Hormones and Behavior* 51: 40–45; Hill, S. E., and Durante, K. M. 2009. "Do women feel worse to look their best? Testing the relationship between self-esteem and fertility status across the menstrual cycle," *Personality and Social Psychology Bulletin* 35: 1592–601.

64.

Gangestad, S. W., Thornhill, R., and Garver-Apgar, C. E. 2005. "Women's sexual interests across the ovulatory cycle depend on primary partner developmental instability," *Proceedings of the Royal Society of London B* 272: 2023–27; Haselton, M. G., and Gangestad, S. W. 2006. "Conditional expression of women's desires and men's mate guarding across the ovulatory cycle," *Hormones and Behavior* 49: 509–18; Pillsworth, E., and Haselton, M. 2006. "Male sexual attractiveness predicts differential ovulatory shifts in female extra-pair attraction and male mate retention," *Evolution and Human Behavior* 27: 247–58. MHC genes: Garver-Apgar, C. E., Gangestad, S. W., Thornhill, R., Miller, R. D., and Olp, J. J. 2006. "Major histocompatibility complex alleles, sexual responsivity, and unfaithfulness in romantic couples," *Psychological Science* 17: 830–35.

65.

Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A., and Lang, P. J. 2008. "The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation," *Psychophysiology* 45: 602–7; Steinhauer, S. R., Siegle, G. S., Condray, R., and Pless, M. 2004. "Sympathetic and parasympathetic innervation of pupillary dilation during sustained processing," *International Journal of Psychophysiology* 52: 77–86.

66.

Van Gerven, P. W. M., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., and Schmidt, H. G. 2004. "Memory load and the cognitive pupillary response in aging," *Psychophysiology* 41(2): 167–74; Morris, S. K., Granholm, E., Sarkin, A. J., and Jeste, D. V. 1997. "Effects of schizophrenia and aging on

pupillographic measures of working memory,” *Schizophrenia Research* 27: 119–28; Winn, B., Whitaker, D., Elliott, D. B., and Phillips, N. J. 1994. “Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects,” *Investigative Ophthalmology & Visual Science* (March 1994) 35: 1132–37.

67.

Tombs, S., and Silverman, I. 2004. “Pupillometry: A sexual selection approach,” *Evolution and Human Behavior* 25: 221–28.

68.

Wiseman, R., and Watt, C. 2010. “Judging a book by its cover: The unconscious influence of pupil size on consumer choice,” *Perception* 39: 1417–19.

69.

Laeng, B., and Falkenberg, L. 2007. “Women’s pupillary responses to sexually significant others during the hormonal cycle,” *Hormones and Behavior* 52: 520–30.

70.

Sammaknejad, N. 2012. “Facial attractiveness: The role of iris size, pupil size, and scleral color.” PhD diss., University of California – Irvine.

71.

Caryl, P. G., Bean, J. E., Smallwood, E. B., Barron, J. C., Tully, L., and Allerhand, M. 2008. “Women’s preference for male pupil-size: Effects of conception risk, socio-sexuality and relationship status,” *Personality and Individual Differences* 46: 503–8.

72.

Caryl, P. G., Bean, J. E., Smallwood, E. B., Barron, J. C., Tully, L., and Allerhand, M. 2008. “Women’s preference for male pupil-size: Effects of conception risk, socio-sexuality and relationship status,” *Personality and Individual Differences* 46: 503–8.

73.

Kobayashi, H., and Kohshima, S. 2001. “Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: Comparative studies on external morphology of the primate eye,” *Journal of Human Evolution* 40: 419–35; Hinde, R. A., and Rowell, T. E. 1962. “Communication by posture and facial expression in the rhesus monkey,” *Proceedings of the Zoological Society of London* 138: 1–21.

74.

Provine, R. R., Cabrera, M. O., Brocato, N. W., and Krosnowski, K. A. 2011. “When the whites of the eyes are red: A uniquely human cue,” *Ethology* 117: 1–5.

75.

Gründl, M., Knoll, S., Eisenmann-Klein, M., and Prantl, L. 2012. “The blue-eyes stereotype: Do eye color, pupil diameter, and scleral color affect attractiveness?” *Aesthetic Plastic Surgery* 36: 234–40; Provine, R. R., Cabrera, M. O., and Nave-Blodgett, J. 2013. “Red, yellow, and super-white sclera: Uniquely human cues for healthiness, attractiveness, and age,” *Human Nature* 24: 126–36.

76.

Watson, P. G., and Young, R. D. 2004. “Scleral structure, organization and disease. A review,” *Experimental Eye Research* 78: 609–23.

77.

Sammaknejad, N. 2012. "Facial attractiveness: The role of iris size, pupil size, and scleral color." PhD diss., University of California – Irvine.

78.

Goto, E. 2006. "The brilliant beauty of the eye: Light reflex from the cornea and tear film," *Cornea* 25 (Suppl 1): S78–81; Goto, E., Dogru, M., Sato, E. A., Matsumoto, Y., Takano, Y., and Tsubota, K. 2011. "The sparkle of the eye: The impact of ocular surface wetness on corneal light reflection," *American Journal of Ophthalmology* 151: 691–96; Korb, D. R., Craig, J. P., Doughty, M., Guillon, J. P., Smith, G., and Tomlinson, A. 2002. *The Tear Film: Structure, Function and Clinical Examination* (Oxford, UK: Butterworth-Heinemann).

79.

Goto, E. 2006. "The brilliant beauty of the eye: Light reflex from the cornea and tear film," *Cornea* 25 (Suppl 1): S78–81; Goto, E., Dogru, M., Sato, E. A., Matsumoto, Y., Takano, Y., and Tsubota, K. 2011. "The sparkle of the eye: The impact of ocular surface wetness on corneal light reflection," *American Journal of Ophthalmology* 151: 691–96; Korb, D. R., Craig, J. P., Doughty, M., Guillon, J. P., Smith, G., and Tomlinson, A. 2002. *The Tear Film: Structure, Function and Clinical Examination* (Oxford, UK: Butterworth-Heinemann).

80.

Breakfield, M. P., Gates, J., Keys, D., Kesbeke, F., Wijngaarden, J. P., Monteiro, A., French, V., and Carroll, S. B. 1996. "Development, plasticity and evolution of butterfly eyespot patterns," *Nature* 384: 236–42; French, V., and Breakfield, P. M. 1992. "The development of eyespot patterns on butterfly wings: Morphogen sources or sinks?" *Development* 116: 103–9; Keys, D. N., Lewis, D. L., Selegue, J. E., Pearson, B. J., Goodrich, L. V., Johnson R. L., Gates, J., Scott, M. P., and Carroll, S. B. 1999. "Recruitment of a hedgehog regulatory circuit in butterfly eyespot evolution," *Science* 283: 532–34; Monteiro, A. 2015. "Origin, development, and evolution of butterfly eyespots," *Annual Review of Entomology* 60: 253–71; Reed, R. D., and Serfas, M. S. 2004. "Butterfly wing pattern evolution is associated with changes in a Notch/Distal-less temporal pattern formation process," *Current Biology* 14: 1159–66.

81.

Costanzo, K., and Monteiro, A. 2007. "The use of chemical and visual cues in female choice in the butterfly *Bicyclus anynana*," *Proceedings of the Royal Society B* 274: 845–51; Robertson, K. A., and Monteiro, A. 2005. "Female *Bicyclus anynana* butterflies choose males on the basis of their dorsal UV-reflective eyespot pupils," *Proceedings of the Royal Society B* 272: 1541–46.

82.

Zahavi, A. 1975. "Mate selection – A selection for a handicap," *Journal of Theoretical Biology* 53(1): 205–14; Zahavi, A., and Zahavi, A. 1997. *The Handicap Principle: A Missing Piece of Darwin's Puzzle* (Oxford, UK: Oxford University Press); Koch, N. 2011. "A mathematical analysis of the evolution of human mate choice traits: Implications for evolutionary psychologists," *Journal of Evolutionary Psychology* 9(3): 219–47.

83.

Hamilton, W. 1964. "The genetical evolution of social behaviour. I," *Journal of Theoretical Biology* 7(1): 1–16; Marshall, J. A. R. 2015. *Social Evolution and Inclusive Fitness Theory: An Introduction*

(Princeton, NJ: Princeton University Press). Критику совокупной приспособленности можно почитать у Nowak, M. A., Tarnita, C. E., and Wilson, E. O. 2010. “The evolution of eusociality,” *Nature* 466: 1057–62; Wilson, E. O. 2012. *The Social Conquest of Earth*. New York: Liveright.

84.

Mateo, J. M. 1996. “The development of alarm-call response behavior in free-living juvenile Belding’s ground squirrels,” *Animal Behaviour* 52: 489–505.

85.

Dawkins, R. 1979. “12 Misunderstandings of kin selection,” *Zeitschrift für Tierpsychologie* 51: 184–200; Park, J. H. 2007. “Persistent misunderstandings of inclusive fitness and kin selection: Their ubiquitous appearance in social psychology textbooks,” *Evolutionary Psychology* 5(4): 860–73; West, S. A., Mouden, C. E., and Gardner, A. 2011. “Sixteen common misconceptions about the evolution of cooperation in humans,” *Evolution and Social Behaviour* 32: 231–62.

86.

Dal Martello, M. F., and Maloney, L. T. 2010. “Lateralization of kin recognition signals in the human face,” *Journal of Vision* 10(8):9 1–10; Dal Martello, M. F., DeBruine, L. M., and Maloney, L. T. 2015. “Allocentric kin recognition is not affected by facial inversion,” *Journal of Vision* 15(13):5 1–11; Maloney, L. T., and Dal Martello, M. F. 2006. “Kin recognition and the perceived facial similarity of children,” *Journal of Vision* 6(10): 1047–56.

87.

Buss, D. M. 2016. *Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind* (New York: Routledge); Etcoff, N. 1999. *Survival of the Prettiest: The Science of Beauty* (New York: Anchor Books, Random House); Perrett, D. 2010. In *Your Face: The New Science of Human Attraction* (New York: Palgrave MacMillan). Аргументы о том, что наши рейтинги внешней привлекательности зависят не от генов, а от различий во внешних обстоятельствах, который у каждого свои, можно посмотреть в статье Germine, L., Russell, R., Bronstad, P. M., Blokland, G. A. M., Smoller, J. W., Kwok, H., Anthony, S. E., Nakayama, K., Rhodes, G., and Wilmer, J. B. 2015. “Individual aesthetic preferences for faces are shaped mostly by environments, not genes,” *Current Biology* 25: 2684–89.

88.

Hoffman, D. D. 1998. *Visual Intelligence: How We Create What We See* (New York: W. W. Norton); Knill, D. C., and Richards W. A., eds. 1996. *Perception as Bayesian Inference* (Cambridge, UK: Cambridge University Press); Palmer, S. 1999. *Vision Science: Photons to Phenomenology* (Cambridge, MA: MIT Press); Пинкер С. Как работает мозг/пер. О.Ю. Семиной – Москва: Кучково поле, 2017 г. – 672 с.

89.

Geisler, W. S., and Diehl, R. L. 2002. “Bayesian natural selection and the evolution of perceptual systems,” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 357: 419–48.

90.

Geisler, W. S., and Diehl, R. L. 2003. “A Bayesian approach to the evolution of perceptual and cognitive systems,” *Cognitive Science* 27: 379–402.

91.

Trivers, R. L. 2011. *The Folly of Fools: The Logic of Deceit and Self-Deception in Human Life* (New York: Basic Books).

92.

Noë, A., and O'Regan, J. K. 2002. "On the brain-basis of visual consciousness: A sensorimotor account," in A. Noë and E. Thompson, eds., *Vision and Mind: Selected Readings in the Philosophy of Perception* (Cambridge, MA: MIT Press), 567–98; O'Regan, J. K., and Noë, A. 2001. "A sensorimotor account of vision and visual consciousness," *Behavioral and Brain Sciences* 24: 939–1031. Их идеи похожи на идеи Гибсона, который полагал, что мы воспринимаем напрямую, без обработки, аспекты окружающей среды, критичные для выживания, такие как «аффордансы» – все возможности активного действия, которые предоставляет индивиду внешняя среда. Gibson, J. J. 1950. *The Perception of the Visual World* (Boston: Houghton Mifflin); Gibson, J. J. 1960. *The Concept of the Stimulus in Psychology*, *The American Psychologist* 15/1960, 694–703; Gibson, J. J. 1966. *The Senses Considered as Perceptual Systems* (Boston: Houghton Mifflin); Гибсон Дж. Дж. Экологический подход к зрительному восприятию/пер. Т.М. Сокольской – Москва: Прогресс, 1988 г. – 464 с.

93.

Pizlo, Z., Li, Y., Sawada, T., and Steinman, R. M. 2014. *Making a Machine That Sees Like Us* (New York: Oxford University Press).

94.

Loomis, J. M., Da Silva, J. A., Fujita, N., and Fukusima, S. S. 1992. "Visual space perception and visually directed action," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 18: 906–21; Loomis, J. M., and Philbeck, J. W. 1999. "Is the anisotropy of 3-D shape invariant across scale?" *Perception & Psychophysics* 61: 397–402; Loomis, J. M. 2014. "Three theories for reconciling the linearity of egocentric distance perception with distortion of shape on the ground plane," *Psychology & Neuroscience* 7: 245–51; Foley, J. M., Ribeiro-Filho, N. P., and Da Silva, J. A. 2004. "Visual perception of extent and the geometry of visual space," *Vision Research* 44: 147–56; Wu, B., Ooi, T. L., and He, Z. J. 2004. "Perceiving distance accurately by a directional process of integrating ground information," *Nature* 428: 73–77; Howe, C. Q., and Purves, D. 2002. "Range image statistics can explain the anomalous perception of length," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 13184–88; Burge, J., Fowlkes, C. C., and Banks, M. S. 2010. "Natural-scene statistics predict how the figure-ground cue of convexity affects human depth perception," *The Journal of Neuroscience* 30(21): 7269–80; Froyen, V., Feldman, J., and Singh, M. 2013. "Rotating columns: Relating structure-from-motion, accretion/deletion, and figure/ground," *Journal of Vision* 13, doi: 10.1167/13.10.6.

95.

Март Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов/пер. Н.Г. Гуревич – Москва: Радио и связь, 1987 г. – 400 с.

96.

Март Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов/пер. Н.Г. Гуревич – Москва: Радио и связь, 1987 г. – 400 с.

97.

Пинкер С. Как работает мозг/пер. О.Ю. Семиной – Москва: Кучково поле, 2017 г. – 672 с.

98.

Fodor, J. 2000. *The Mind Doesn't Work That Way* (Cambridge, MA: MIT Press).

99.

Pinker, S. 2005. "So how does the mind work?" *Mind & Language* 20: 1–24.

100.

Pinker, S. 2005. "So how does the mind work?" *Mind & Language* 20: 1–24.